

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



CUANTIFICACIÓN DE LA PÉRDIDA DE MASA GRASA EN MUJERES
ADULTAS OBESAS DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN CON EL USO DE
ÁCIDO HIDROXICÍTRICO UN DERIVADO DE *Garcinia Cambogia* y *Fucus*
vesiculosus Y LA IDENTIFICACIÓN DE SUS METABOLITOS
SECUNDARIOS.

TESIS

Que presenta

ANA ALICIA TÉLLEZ MORGAN

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS con Acentuación en Química
de Productos Naturales

Noviembre, 2007

CUANTIFICACIÓN DE LA PÉRDIDA DE MASA GRASA EN MUJERES
ADULTAS OBESAS DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN CON EL USO DE
ÁCIDO HIDROXICÍTRICO UN DERIVADO DE *Garcinia cambogia* y *Fucus*
vesiculosus Y LA IDENTIFICACIÓN DE SUS METABOLITOS
SECUNDARIOS.

Comité de Tesis

Presidente: Dra. Ma. Azucena Oranday Cárdenas

Secretario: Dr. Abelardo Chávez Montes

Vocal: Dr. Roberto Mercado Hernández

Vocal: Dra. Catalina Rivas Morales

Vocal: Dra. Maria Julia Verde Star

DEDICATORIA

El primero y más grande de mis agradecimientos se lo ofrezco a mi padre Dios, quien me ha permitido ser su instrumento para lograr sus objetivos y además siempre ha estado y estará eternamente.

De las personas que me rodean deseo agradecer a la Dra. Azucena Oranday quien siempre creyó y abogó por mis proyectos, gracias por ser en todos los sentidos una extraordinaria maestra.

A la Dra. Catalina Rivas por su manera de dictar retos, al Dr. Roberto Mercado por su apoyo y paciencia, así como al Dr. Abelardo Chávez Montes y la Dra. Maria Julia Verde quienes no dudaron en ser parte del comité de tesis.

Muy en especial agradezco a Manuelito González y a la empresa a la cual corresponde (Farmacias Benavides) ya que sin su apoyo el proyecto no se hubiera consumado.

Y no por ser nombrados al último, menos importantes: a mi madre, quien ha sido un extraordinario padre al mismo tiempo, me dio la vida y a quien le debo todo lo que soy, gracias mamá por ser tú; por supuesto, a mi esposo, Martín Rivas de quien he recibido tiempo y palabras de aliento.

No terminaría de dar las gracias, por lo tanto, GRACIAS, a todos los que de una u otra manera formaron parte de esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

Deseo extender mi agradecimiento a la Dra. Azucena Oranday por brindarme el apoyo en cuanto a la asesoría durante todo el proyecto así como a la Dra. Catalina Rivas por haber expresado hasta sus más finas observaciones, a la Dra. Ma. Julia Verde, al Dr. Abelardo Chávez y al Dr. Roberto Mercado por haber aceptado ser parte de mi comité de tesis.

También deseo agradecer a la gerencia de farmacias Benavides por haber apoyado el proyecto y haber proporcionado la materia prima ya que sin ese apoyo hubiese sido imposible el desarrollo de la investigación.

A todos y cada uno de mis maestros que brindaron su tiempo en todas y cada una de las clases recibidas, así como al personal de estudios de posgrado.

TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. HIPOTÉISIS.....	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo General:.....	4
3.2 Objetivos específicos:	4
4. ANTECEDENTES.....	5
4.1 Definición y prevalencia de obesidad en el mundo	5
4.2 Tratamientos farmacológicos autorizados por la S.S.A en México	17
4.3 Tratamientos para combatir a la obesidad en base a fitoterapia.....	18
4.4 Investigaciones referentes al papel del ácido hidroxycítrico en la obesidad ..	19
4.5 Investigaciones referentes al papel del <i>F. vesiculosus</i>	222
4.6 Panorama de la investigación.....	26
5. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE ESTUDIO	27
5.1 Diseño Experimental	27
5.2 <i>F. vesiculosus</i>	28
5.2.1 Reacciones coloridas para identificar los metabolitos secundarios ...	28
6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	33
6.1 Tratamiento de la variable peso total	34
6.2 Tratamiento de la variable IMC	43
6.3 Tratamiento de la variable circunferencia abdominal	48
6.4 Tratamiento de la variable cadera	53
6.5 Tratamiento de la variable masa grasa	57
6.6 Tratamiento de la variable masa magra	60
7. RESULTADOS.....	62
8. DISCUSIÓN.....	63
8.1 Pérdida de peso	63
8.1.1 Pruebas T de comparación de medias	63
8.1.2 Pruebas de Games-Howell para comparación de medias entre grupos..	65

8.1.2.1	Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos A.H. y F.V. .	65
8.1.2.2	Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos A.H. y Control	66
8.1.2.3	Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos F.V. y Control	68
8.2	Pérdida de IMC	70
8.2.1	Pruebas T de comparación de medias	70
8.2.2	Pruebas de Games-Howell para comparación de medias entre grupos..	71
8.2.2.1	Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos A.H. y F.V. .	72
8.2.2.2	Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos A.H. y Control	73
8.2.2.3	Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos F.V. y Control	74
8.3	Circunferencia abdominal	76
8.3.1	Pruebas T de comparación de medias	76
8.3.2	Prueba de Tukey para comparación de medias entre grupos	76
8.4	Evolución de la cadera	79
8.4.1	Pruebas T de comparación de medias	79
8.4.2	Prueba de Tukey para comparación de medias entre grupos	80
8.4.3	Prueba de Games-Howell para comparación de medias entre grupos ..	81
8.5	Pérdida de la masa grasa	82
8.5.1	Pruebas T de comparación de medias	82
8.5.2	Prueba de Games-Howell para comparación de medias entre grupos ..	83
8.6	Pérdida de la masa magra.....	87
8.6.1	Pruebas T de comparación de medias	87
8.6.2	Prueba de comparación de medias entre grupos	89
8.7	Pérdida de kg de agua	92
8.7.1	Pruebas T de comparación de medias	92
8.7.2	Prueba de comparación de medias entre grupos	93
8.8	Pérdida de porcentaje de grasa.....	95
8.8.1	Pruebas T de comparación de medias	95
8.8.2	Prueba de comparación de medias entre grupos	96
8.9	Análisis de la glucosa.....	97
8.10	Resumen comparativo.....	99
9.	CONCLUSIONES	100
10.	LITERATURA CITADA	101
11.	RESUMEN CURRICULAR.....	106

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1 Media aritmética del peso total en la primera cita	34
2 Estimadores-M del peso total en la primera cita	35
3 Prueba de normalidad para el peso total en la primera cita.....	35
4 Media aritmética del peso total	36
5 Estimadores-M para el peso total	37
6 Prueba de normalidad del peso total	38
7 Prueba T de una sola muestra para el peso total en la primera cita	38
8 Prueba de Homogeneidad del peso total para cada cita	39
9 Prueba de Games-Howell para el peso total	41
10 Medias aritméticas del IMC	43
11 Estimadores M para el IMC	44
12 Prueba de normalidad para el IMC	45
13 Igualdad de varianza para el IMC	45
14 Games-Howell para el IMC	47
15 Prueba de normalidad de la circunferencia abdominal	48
16 Prueba de igualdad de varianza para la circunferencia abdominal	49
17 Anova circunferencia abdominal citas 5 y 7	49
18 Prueba de Tukey para la circunferencia abdominal	50
19 Prueba de Tukey para la quinta cita	50
20 Prueba de Tukey para la séptima cita.....	51
21 Games-Howell para la circunferencia abdominal	52
22 Prueba de normalidad para la cadera	53
23 Prueba de igualdad de varianzas para la cadera	54
24 ANOVA de la cadera	55
25 Prueba de Tukey para la cadera	56
26 Prueba de Games-Howell para la cadera	57
27 Prueba de normalidad de la masa grasa	58
28 Prueba de Levene para la masa grasa.....	58
29 Prueba de Games-Howell para la masa grasa	59
30 Prueba de normalidad para la masa magra.....	60
31 Prueba de Levene para la masa magra	61
32 Prueba T de muestras relacionadas para las citas 1 y 4.....	64
33 Comparación de medias para la primer y última cita.....	64
34 Prueba T de medias relacionadas para el IMC.....	71
35 Diferencias en la circunferencia abdominal citas 1 y 7	76
36 Prueba T de muestras relacionadas para la cadera	79
37 Prueba de Tukey para la diferencia de la cadera entre grupos	80
38 Comparación de medias entre grupos para la quinta y sexta cita	81

39	Prueba T de medias para la masa grasa.....	82
40	Comparación de la masa grasa entre grupos	83
41	Prueba T para la comparación de medias.....	87
42	Prueba de comparación de diferencia de medias entre grupos	89
43	Prueba T para la pérdida de Kg de agua	92
44	Prueba de comparación de medias entre grupos	93
45	Prueba T para el porcentaje de grasa.....	95
46	Prueba de Tukey para el porcentaje de grasa	96
47	Prueba de Tukey para la glucosa.....	97

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración		Página
1	Diferencias en Kg entre los grupos A.H. y F.V.	66
2	Diferencia de Kgs entre los grupos A.H. y Control	67
3	Diferencias de Kgs. entre el grupo F.V. y Control	68
4	Reducción del IMC	71
5	Diferencias del IMC entre los grupos A.H. y F.V.	72
6	Diferencias del IMC entre los grupos A.H. y control	73
7	Diferencia de IMC en los grupos control y F.V.....	74
8	Prueba de Tukey para las citas quinta y séptima.....	77
9	Evolución de la masa grasa durante las citas	86
10	Cuadro comparativo de las reducciones en los diferentes items	99

RESUMEN

La obesidad es una enfermedad crónica de etiología multifactorial. La prevalencia se ha incrementado dramáticamente durante los últimos 30 años, en nuestro país en la segunda Encuesta Nacional de Nutrición realizada en 1999, se encontró que el 30.8% de las mujeres de 12 a 49 años, residentes tanto de zonas urbanas como rurales, tenían sobrepeso.

Dentro de las diferentes plantas que actualmente se utilizan como parte del tratamiento de la obesidad se encuentran el *Fucus vesiculosus* y la *Garcinia cambogia* y se identificaron, por una parte los metabolitos secundarios del *Fucus vesiculosus* los cuales coincidieron con los registros bibliográficos. En esta investigación se realizó una convocatoria y se seleccionaron 30 mujeres obesas mayores de 18 años que se dividieron en 3 grupos de 10 y se administraron 3 diferentes tratamientos de manera aleatoria, un grupo tomó placebo, otro se trató con 1 cápsula diaria de *Fucus.vesiculosus* en dosis de 300 mg. y el grupo restante tomó una cápsula diaria de ácido hidroxícítrico de 400 mg. (a cualquier hora tomaron la cápsula con el fin de que se lograra la adherencia adecuada para el tratamiento).

Los tres grupos llevaron medidas dietéticas y se observaron los resultados, tratando de comprobar la hipótesis propuesta de que existe diferencia estadísticamente significativa en la pérdida de peso entre el uso de tratamiento dietético *per se* y el uso del mismo combinado con *Garcinia. cambogia* o *Fucus vesiculosus*.

Se aceptó la hipótesis anteriormente expuesta dando por resultado que si existe diferencia significativa entre los 3 grupos, grupo 1 tratado con ácido hidroxícítrico, grupo 2 con *Fucus vesiculosus* y grupo 3 o placebo; quedando a

modo de discusión que exista una diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento con ácido hidroxicítrico y *Fucus vesiculosus*.

El perfil fitoquímico de *F.vesiculosus* contiene entre los compuestos más importantes flavonoides, cumarinas, oxhidrilos fenólicos, entre otros.

ABSTRACT

The obesity is a multifactorial chronic disease. The prevalence have been raised dramatically during the last 30 years, according to the second national survey done in 1999, the 30.8% of 12 to 49 years women of urban and rural zones presented overweight.

Among the different natural extracts used in the actuality for treating obesity there are 2: *F. vesiculosus* and hydroxicitric acid, there has been identified the secondary metabolites of the *F. vesiculosus* that agreed with the ones found in the bibliographic references; by the other side after a previous announcement, 3 different treatments were applied to 30 obese women over 18 years, they were not pregnant neither under another treatment for any other aim including obesity, they were divided in a fortuitous way, a group took placebo, another one took 1 capsule of 300 mg. with *F. vesiculosus* every day and the last one took 400 mg. of hydrocitric acid; the 3 of them at any time (this with the objective to not be forgotten). The 3 groups used dietetic measures and after 8 weeks of observation as result, trying to prove the hypothesis that there's a statistic significant difference in the body fat with the dietetic treatment per se and the used of the same combined with *hydroxicitric acid* or *F. vesiculosus*.

The hypothesis was accepted giving us results that there's statistical significant difference between the 3 groups.

The phytochemical study revealed the presence of flavonoids, phenolic oxhidriles, among others; founded in the literature too.

The actual question mark is which group can loose more weight, apparently is the group treated with hydroxicitric acid, but more studies are needed.

1. INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica de etiología multifactorial que se desarrolla a partir de la interacción de factores genéticos, sociales, conductuales, psicológicos, metabólicos, celulares y moleculares.

La frecuencia de obesidad se ha incrementado dramáticamente durante los últimos 30 años, tan solo en Estados Unidos se ha duplicado, dentro de los estudios realizados en Estados Unidos (NHANES III 1994) tanto el sobrepeso como la obesidad resultaron ser mayores en la población negra no hispana y la población mexicoamericana.

En México existe poca información epidemiológica sobre la obesidad; sin embargo se cuenta con la información nacional sobre ésta en la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas realizada en 1993, en donde la prevalencia nacional de obesidad fue del 21.4%, mientras que los estados del norte de la República presentaron la mayor prevalencia (24.7%). Esto se traduce en más de 10 millones de mexicanos con algún grado de obesidad (7, 398,616 obesos y 2, 960,919 muy obesos).(García, *et al.*, 2004; Jena, *et al.*, 2004)

En la segunda Encuesta Nacional de Nutrición realizada en 1999, se encontró que el 30.8% de las mujeres de 12 a 49 años, residentes tanto de zonas urbanas como rurales, tenían sobrepeso ($IMC \geq 25$) y el 21.7% obesidad ($IMC \geq 30$); es decir, una de cada dos mujeres en edad fértil en México tiene peso superior al sugerido como normal; cabe destacar que esta encuesta no evaluó hombres adultos.(Alvarenga, *et al.*, 1999)

En la Encuesta Nacional de Salud levantada en el año 2000 en la población urbana y usando como base el marco muestral de la ENEC (Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas); se observó que el 24.4% de la población (hombres y mujeres) presentó obesidad.

Tanto la FDA (Food and Drug Administration) como la Secretaría de Salud, han aprobado la libre venta de algunos fármacos para tratar a largo plazo la obesidad. Como ejemplos destacan la sibutramina y el orlistat; además, han permitido el uso de suplementos y nutracéuticos y cuando sea necesario, cirugía bariátrica. Al sumar la falta de prevención y tratamiento adecuado para la obesidad con el aumento en la prevalencia de la misma, se ha obtenido como resultado que las agencias de gobierno declaren que en un futuro, no se podrán cubrir los costos del sistema de salud.

El reconocimiento de que la obesidad es una enfermedad, motivó a realizar esta investigación, buscando el efecto que tuvo la fitoterapia mediante las 2 sustancias que se utilizaron como parte del tratamiento en la obesidad de mujeres del Estado de Nuevo León, y qué tipo de compuestos químicos se encontraron que pudieron relacionarse con este efecto. (Joyal, 2004)

2. HIPOTÉSIS

Existe diferencia estadísticamente significativa en la pérdida de peso en mujeres adultas obesas de Nuevo León entre el uso de tratamiento dietético *per se* y el uso del mismo combinado con ácido hidroxicítrico o *F. vesiculosus*.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General:

Evaluar la eficacia de ácido hidroxycítrico y *F. vesiculosus* en la pérdida de peso y masa grasa en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León y realizar un estudio fitoquímico preliminar del *F. vesiculosus*.

3.2 Objetivos específicos:

1. Elección de 3 grupos de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León de acuerdo a criterios de inclusión y exclusión.
2. Cuantificar la diferencia de peso y masa grasa obtenida durante 12 semanas de tratamiento dietético con placebo en 10 de las mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León.
3. Cuantificar la diferencia de peso obtenida durante 12 semanas de tratamiento dietético y 300 mg. de *F. vesiculosus* en 10 de las mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León
4. Cuantificar la diferencia de peso obtenida durante 12 semanas de tratamiento dietético y 400 mg. de ácido hidroxycítrico en 10 de las mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León.
5. Cuantificar la diferencia en términos de composición corporal (masa grasa, masa magra e Índice de Masa Corporal) en los 3 grupos de mujeres adultas del Estado de Nuevo León.
6. Identificar los metabolitos secundarios del *F. vesiculosus*, por medio de reacciones coloridas y relacionarlos con la reducción de la obesidad.

4. ANTECEDENTES

4.1 Definición y prevalencia de obesidad en el mundo

Investigaciones recientes reportan que muy pronto la obesidad rebasará al tabaco como uno de las principales causas de muerte en los Estados Unidos (Michener, 2004)

A nivel mundial se han tomado las siguientes medidas para combatirla: En 1998, el comité de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los Institutos de Salud Nacional definieron el sobrepeso con un IMC (índice de masa corporal) de 25 a 29.9 Kg./m² y obesidad con un IMC de 30 Kg./m² o más y concluyó que las causas fundamentales de sobrepeso y obesidad a través del mundo está relacionada con una disminución de actividad física y el sobre consumo de grasa y dietas energéticamente densas.(Yarnel, *et al.*, 2001)

La prevalencia de sobrepeso se ha incrementado alrededor del mundo, Canadá, Europa, Australia, Rusia, China, Sudáfrica y Arabia Saudita, son algunos de ellos. La OMS estima que existen más de 300 millones adultos con obesidad. Éste número se traduce en un 8.2% de prevalencia global de obesidad.

Esta epidemia global de obesidad está referida como una transición en nutrición por muchos expertos en el área. Actualmente muchos países están enfrentando un doble problema subnutrición y obesidad con sus complicaciones.

La OMS estima que la prevalencia global de obesidad es de 4.8% en los países en vías de desarrollo, 17.1% en economías en transición y 20.4% en países con mercado económico desarrollado.

Los Estados Unidos es el país con mas prevalencia de obesidad, pero el resto del mundo, sigue el ejemplo. Así, un reporte reciente de obesidad la declaró como un problema epidémico, situando en Europa a Rumania y Yugoslavia en los primeros lugares.

Europa del Este ha experimentado un cambio revolucionario en el estilo de vida a partir de 1989; simplemente, el número de autos ha aumentado en un 400% en comparación con la década pasada, lo que sugiere que las personas se tornaron más sedentarias y aumentaron de peso. (Michener, 2004)

Para combatir la obesidad, algunos profesionales de la salud de Europa del Este se han unido al Estudio Europeo para la Obesidad (ESO). Éste se estableció en 1998 por la Internacional Task Force para promover la investigación y a la fecha la ESO tiene más de 2,500 miembros en 17 países. (The Information Center Lifestyle Statistics. Statistics on obesity, lifestyle and diet: England 2006.)

Los objetivos de la Comisión europea son crear leyes que prevengan la obesidad en niños, restringiendo los anuncios de alimentos altos en grasas y azúcares y se está presionando al gobierno para crear espacios urbano-públicos con los fines de caminar, andar en bicicleta y ejercitarse, para que estas actividades puedan incluirse en el estilo de vida del ciudadano común. (Steven, *et al.*, 1998)

La Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas (ENEC) realizada en 1993 ofrece un panorama nacional de la obesidad. Fue llevado a cabo en 14,432 personas de 20 a 69 años de edad del área urbana a nivel nacional, donde se midió la presión arterial, se realizaron análisis de laboratorio y antropometría. El índice de masa corporal (IMC) entre 30 y 34.9 fue la definición de obesidad utilizada en la ENEC; y para muy obeso, un IMC mayor a 35.

La fuente estadística más importante en los datos de obesidad en los Estados Unidos viene de la NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey). La última encuesta de NHANES fue recolectada de 1999 al 2000, en donde, aproximadamente en el 65% de los adultos se diagnosticó sobrepeso u obesidad y aproximadamente el 31% resultaron obesos. (Aroone, *et al.*, 2002)

Verduzco realizó un estudio en 1982 en la población derechohabiente del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en la cual detectó que el 57.6% de la población presentaba sobrepeso. La obesidad fue encontrada en primer grado en un 37.7%, en segundo grado en el 27.7%; y en tercer grado en el 34.5%. La Encuesta Nacional de Nutrición de 1988, la cual fue realizada en población general detectó 10.2% de sobrepeso en menores de cinco años y 14.6% en mujeres de 12 a 49 años. Otro estudio en la población mayor de 20 años en el IMSS por Vázquez y colaboradores, en 1990, encontró 17.3% de la población con sobrepeso y 33.5% con obesidad. Asimismo, en el estudio de Salgado-Sales en 1991 en los derechohabientes del IMSS y del Instituto de Seguridad y Servicio Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), se encontró 38% con obesidad, principalmente en las mujeres. González y colaboradores en 1993

detectaron 37% de los hombres y 60% de las mujeres con obesidad. (Alvarenga, *et al.*,1999)

Las observaciones clínicas anteriormente mencionadas son de esperarse ya que la cantidad de energía almacenada en forma de tejido adiposo es una variable controlada por un complejo sistema, compuesto por muchas vías metabólicas redundantes o accesorias. Alterar un simple componente de tan vasto y complejo sistema no parece ser la manera más adecuada para lograr el objetivo final de reajustar o reducir el nivel total de almacenamiento energético, debido a que se encuentran disponibles innumerables caminos metabólicos alternos para mantener este nivel inicial de almacenamiento. Es única y exclusivamente a través de un cambio en el camino metabólico mayor o más importante, que es compartido por muchos componentes del sistema, por el que el éxito quizá sea alcanzado.

Por supuesto que deben existir otras vías metabólicas comunes dentro del sistema, que si fuesen intervenidas, producirían un cambio último en el mismo. Si siempre existieran vías metabólicas accesorias o compensatorias, para cualquier manipulación, entonces ningún tratamiento o intervención sería posible. Dos ejemplos que ilustran como algunas intervenciones pueden tener un efecto último sobre el metabolismo energético, son, primero, daño hipotalámico selectivo, que puede producir cambios permanentes en el almacenamiento de energía en animales de experimentación, y muy probablemente, también en los humanos. El segundo ejemplo, sería el tabaquismo. Los datos y reportes son ampliamente convincentes, indican que los fumadores crónicos de cigarrillos mantienen relativamente un bajo peso por largos periodos de tiempo, ocurriendo frecuentemente un aumento del mismo al abandonar el hábito.

El examinar el metabolismo energético de sujetos con obesidad nos guía a la conclusión de que el metabolismo muscular es otro punto crítico en la regulación del mismo. (Bastarrachea, *et al.*, 1993)

La distribución de grasa corporal es más indicativa de riesgo a la salud (sobre todo cardiovascular) que la magnitud del depósito de grasa.

Las implicaciones de la salud tienen que ver con la acumulación de grasa intraabdominal. (Roy, *et al.*, 2004)

IMC: Es el cociente que resulta de dividir el peso corporal (en Kg.) entre el cuadrado de la estatura en metros (peso/estatura al cuadrado). Dado que el IMC es un índice, el uso de unidades (Kg. /m²) es incorrecto. Se usa en estudios epidemiológicos para estimar la severidad de la obesidad. Representa tanto la masa grasa como la masa libre de grasa, por lo que es un índice de peso (o masa) y no de adiposidad como tal. La ventaja que se le atribuye por sobre otras mediciones es que es independiente de la estatura, lo que permite la comparación de los pesos corporales de individuos de distintas estaturas, además de que para su evaluación no se requieren tablas de referencia. (Hill, *et al.*, 2004)

De acuerdo con los lineamientos clínicos para la identificación, evaluación y tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos de los Institutos Nacionales de Salud de EUA, el sobrepeso se define como un IMC de 25 a 29.9 y la obesidad como un IMC ≥ 30 . El razonamiento detrás de estas cifras se basa en los datos epidemiológicos que muestran un aumento en la mortalidad en sujetos con los valores de IMC por arriba de 25, este aumento parece ser modesto hasta que se alcanza un IMC de 30. Por arriba de esta cifra, las tasas de mortalidad por todas las causas, y especialmente por enfermedad cardiovascular, generalmente aumenta

de un 50 a un 100% por arriba de las que presentan personas con un IMC de 20 a 25. (Kaufer, 2003)

Por otra parte, en la Norma Oficial Mexicana para el Manejo Integral de la Obesidad (NOM-174-SSA1-1998) se define a la obesidad como la enfermedad caracterizada por el exceso de tejido adiposo en el organismo y se determina su existencia en adultos cuando el IMC es mayor a 27 y, en población de estatura baja (definida como una estatura menor de 1.50 m en mujeres adultas y de 1.60 m. en hombres adultos), cuando éste es mayor de 25. Por otra parte el sobrepeso se define como un IMC mayor de 25 y menor de 27 en la población adulta general, y mayor de 23 y menor de 25 en población adulta de estatura baja. (Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998, Par el manejo integral de la obesidad)

En general, se ha encontrado que la menor morbilidad y mortalidad en adultos se encuentra en valores de IMC de entre 19 y 25. (The Information Center Lifestyle Statistics. Statistics on obesity, lifestyle and diet: England 2006.)

La Organización Mundial de la Salud ha propuesto una clasificación del sobrepeso y la obesidad mediante el uso del IMC, que ha sido adoptada internacionalmente. En el esquema 1 se señalan los puntos de corte establecidos por la OMS; estos se basan en el riesgo de morbilidad y mortalidad y son los aceptados para usarse en adultos tanto en el campo clínico como en el poblacional. Adicionalmente a la clasificación por IMC se presenta información del riesgo que representa tener valores de circunferencia de cintura mayores a los aceptados. Cabe hacer notar que una circunferencia de cintura aumentada puede representar en sí un riesgo independientemente del valor de IMC (Consenso Mexicano sobre el tratamiento integral del síndrome metabólico)

Esquema 1.-Clasificación del sobrepeso y la obesidad por IMC, circunferencia de cintura y riesgos de enfermedad asociados

Bajo peso <18.5

Normal 18.5-24.9

Sobrepeso 25-29.9	Aumentado
-------------------	-----------

Obesidad 30-34.9 I	Alto
--------------------	------

35-39.9 II	Muy Alto
------------	----------

Ob. Extrema >=40 III	Extremadamente alto
----------------------	---------------------

Riesgo de enfermedad* relativo a peso y circunferencias de cintura normales

Hombres <=102 cm.+	Hombres >102 cm.
--------------------	------------------

Mujeres <=88 cm.	Mujeres >88 cm.
------------------	-----------------

*Riesgo de enfermedad para diabetes tipo 2, hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular.

+Una circunferencia de cintura elevada puede también ser un marcador para riesgo aumentado aún en personas de peso normal. (Kaufer, 2003)

El IMC en general presenta una alta correlación con la adiposidad, por lo que en las poblaciones en las cuales la adiposidad elevada es común, el IMC sí puede considerarse como una medida válida de la reserva corporal de grasa. Es importante resaltar que el IMC no mide la grasa, pero es útil porque mide algo que cambia junto con la grasa, sobretodo en los extremos. Sin embargo el IMC puede clasificar de manera errónea el contenido total de tejido adiposo (Consenso Mexicano sobre el tratamiento integral del síndrome metabólico).

Por otra parte, su eficacia para predecir el contenido corporal de grasa se ve limitado al verse afectado por variaciones en el contenido de agua corporal, en la masa ósea, y en el tejido muscular. (Cassanova, *et al.*, 2004)

Para la medición de grasa corporal en estudios poblacionales se ha recurrido tradicionalmente a la antropometría; sin embargo, se ha cuestionado su aplicación en individuos muy obesos pues no se consideraron sujetos con obesidad importante en el desarrollo de ecuaciones como las de Durmin y Womersley y la de Jackson y Pollock y las extrapolaciones no necesariamente válidas. Además, a medida que la obesidad aumenta, la medición de los panículos adiposos se vuelve más difícil e inexacta. (Kaufer, 2003)

La distribución de la grasa corporal es aún más relevante que la magnitud, y la que se acumula en la parte central o superior del cuerpo (obesidad androide) es la que más se relaciona con riesgos a la salud. (Roy, *et al.*, 2004)

Se ha sugerido que la circunferencia de la cintura por sí sola es un indicador práctico y confiable para evaluar la obesidad abdominal en la investigación en campo de la salud pública al asociarse mejor con la grasa intraabdominal, aunque se pueden usar otros índices cómo el de cintura/cadera y otros. (Consenso Mexicano sobre el tratamiento integral del síndrome metabólico)

Además de los puntos de corte mencionados, se han propuesto una CC de ≥ 94 cm para hombres y ≥ 80 cm. Para mujeres para iniciar cambios en el estilo de vida, sobre la base de su asociación con valores altos de IMC y de ICC. (Joyal, 2004.)

El índice cintura cadera (ICC) es el cociente que resulta de dividir la circunferencia de la cintura entre la circunferencia de la cadera. La justificación del ICC es que la circunferencia de cadera permanece relativamente constante mientras que la de la cintura se hace mayor a medida que aumenta la grasa central. Además, la magnitud del depósito visceral de grasa se relaciona con el ICC; sin embargo, la interpretación de la cadera es problemática debido a las diferencias raciales. (Michener, 2004)

A la fecha no se ha alcanzado un consenso internacional en cuanto a los puntos de corte para este indicador de distribución de grasa y por lo mismo la literatura informa valores de riesgo diversos para el ICC. Por ejemplo (James, 1995) define para la población caucásica $ICC > 1.0$ para hombres y de 0.85 para mujeres para identificar a los individuos con acumulación abdominal de grasa. (Heymsfield *et al.*, 1999) proponen un punto de corte para el ICC de > 0.95 para hombres y > 0.84 para mujeres, por su asociación con el riesgo de presentar enfermedades crónicas. En México, Vargas y Casillas proponen un punto de corte de 0.85 para el ICC en varones.

Algunos de los problemas asociados con la obesidad han sido estudiados por diversos autores: (Hill, *et al.*, 1992) cuantificaron el rango del aumento de peso de los Estadounidenses, encontraron, utilizando datos longitudinales que el promedio de aumento de peso había ganado de 1 a 2 libras por año en comparación con los últimos 20 a 30 años y encontraron que la obesidad está correlacionada con las enfermedades más prevalentes y costosas como son la diabetes tipo 2, hipertensión, enfermedad cardiovascular y diferentes tipos de cáncer. (Kaufer, 2003)

Se estima que más del 90% de los pacientes con diabetes tipo 2 son obesos. El estudio NHANES III encontró que casi el 70% de los hombres adultos y mujeres de los Estados Unidos tiene un IMC igual o mayor a 27, el riesgo de diabetes es directamente proporcional al ascenso del IMC. Datos de un seguimiento de 8 años en donde se estudiaron 113,000 mujeres de 30 a 55 años en el estudio de salud para las enfermeras (NHS) se encontró que las mujeres con un IMC de 23-23.9 presentan un riesgo mayor en una proporción de 3.6 veces más de presentar diabetes que aquellas que tienen un IMC de 22.

La obesidad visceral está asociada con triglicéridos elevados y bajo HDL (lipoproteínas de alta densidad). Los datos obtenidos de NHANES III sugieren que la prevalencia de hipercolesterolemia (arriba de 240 mg/dl.) venía en relación directamente proporcional con el aumento en el IMC. En las mujeres la prevalencia fue mayor con un IMC de 25 a 27 Kg. /m², pero no se incrementó más ese colesterol en relación con el aumento de IMC. (Aroone, *et al.*, 2001)

El síndrome metabólico, tiene como principales características: obesidad abdominal (circunferencia de cintura por encima de 40 pulgadas en hombres y arriba de 35 en mujeres), hipertensión, triglicéridos elevados, bajas lipoproteínas de alta densidad e intolerancia a la glucosa. Muchos estudios han reconocido una asociación entre la resistencia a la insulina y la obesidad abdominal. Sin embargo, no está claro como se da esta relación. (Bastarrachea, *et al.*, 1993)

Las personas obesas, particularmente aquellas con distribución de grasa abdominal, tienen un riesgo elevado de desarrollar enfermedad cardiovascular. Este riesgo se empieza a incrementar con un IMC de 23 Kg. /m² para los hombres y con 22 Kg. /m² para las mujeres. Esto fundamenta lo encontrado por el estudio de salud de las enfermeras (Nurses Health Study) y (Framingham Study) estudios

epidemiológicos de tiempo largo; tanto el sobrepeso como la obesidad incrementan el riesgo de enfermedad cardiovascular; de hecho, la AHA (Asociación Americana del Corazón) recientemente añadió la obesidad en la lista de factores de riesgo para desarrollar enfermedad cardiovascular. (The Information Center Lifestyle Statistics. Statistics on obesity, lifestyle and diet: England 2006.)

Las personas con obesidad, tanto hombres, como mujeres presentan un riesgo elevado de desarrollar apnea del sueño, en el cual se forma una obstrucción parcial o total durante el sueño que origina apnea o hipo apnea. La interrupción del sueño, los repetidos episodios de hipoxemia determinan una somnolencia en el día, cefalea matutina, hipertensión sistémica, y eventualmente puede presentarse hipertensión pulmonar y falla del ventrículo derecho. En un estudio donde se incluyeron 200 mujeres obesas y 50 hombres obesos (con un IMC de 45.3 Kg./m²) y 128 como grupo de control separados por edad y sexo, el 40% de los hombres obesos y 3% de las mujeres obesas presentaron apnea del sueño; de los otros 128 de los grupos control ninguno presentó este problema.

La obesidad se encuentra asociada al desarrollo de hígado graso, estas manifestaciones, incluyen, hepatomegalia, pruebas anormales de hígado y una histología anormal que incluyen: esteatosis macro vesicular, esteohepatitis, fibrosis y cirrosis. La prevalencia exacta de este desorden no es bien conocida; sin embargo, con los datos de autopsia se cree que la esteatohepatitis ocurre en aproximadamente 20% de los pacientes obesos y que de éstos aproximadamente la mitad desarrolla cirrosis. (Joyal, 2004.)

La obesidad también se encuentra asociada a una mayor prevalencia de cáncer de próstata, endometrio, mama, pancreático, renal, de colon y esofágico. Muchos

estudios han encontrado una línea directa entre el IMC y cáncer de colon tanto en hombres como en mujeres. Un reciente estudio prospectivo de más de 900,000 estadounidenses adultos demostró que tanto el sobrepeso como la obesidad están directamente relacionados con el incremento de las muertes provocadas por los diferentes tipos de cáncer. Ellos estimaron que la obesidad y el sobrepeso pudieran ser responsables en las muertes provocadas por cáncer en alrededor de un 14% de mujeres y un 20% en hombres. (Michener, 2004)

La prevalencia estimada de resistencia a la insulina se encuentra más elevada para los mexicanos y afro americanos que para los caucásicos, la otra ventaja de los caucásicos es que presentan menores índices de hipertensión y diabetes en comparación con el mexicano-americano. (Fanghanel G, *et al.*)

Los resultados de NHANES III (1988-1994) indican que la prevalencia de obesidad es mayor en mujeres afro-americanas, seguidas por la mujer hispana y por mucho en último lugar las mujeres blancas (en Estados Unidos). El tejido graso es mucho más resistente a la insulina comparado con la masa muscular. (The Information Center Lifestyle Statistics. Statistics on obesity, lifestyle and diet: England 2006.)

Aunque la obesidad es mayor en mujeres afro-americanas, la prevalencia de resistencia a la insulina es mayor en mujeres mexicano-americanas y la presencia de obesidad confiere un aumento en el riesgo para la expresión de resistencia a la insulina. (Fanghanel G, *et al.*)

En los adultos, la distribución de la grasa puede ser más importante que el total de la grasa en cuestión a riesgos de desorden metabólico y cardiovascular. El

exceso de grasa de la región superior, particularmente el tejido adiposo abdominal o visceral, está ligado con un plasma más aterogénico y mayor resistencia a la insulina. La presencia de obesidad visceral confirmada por la circunferencia de cintura es un criterio tomado en cuenta para diagnosticar resistencia a la insulina. (Roy, *et al.*, 2004)

La prevalencia de obesidad con consecuencias cardiovasculares es mucho más marcada en mujeres afro-americanas e hispano-mexicanas. La prevalencia de las consecuencias metabólicas (diabetes) es mucho mayor en mujeres mexicanas americanas, mientras que en hipertensión ganan las mujeres afro-americanas. (Michener, 2004)

4.2 Tratamientos farmacológicos autorizados por la S.S.A en México

Dentro de los tratamientos médicos de libre venta avalados por la Secretaría de Salud en México se encuentran: Orlistat y Sibutramina. El Orlistat es un inhibidor de la lipasa que bloquea la absorción de aproximadamente 30% de las grasas de la dieta debido a que inhibe a la lipasa pancreática y, por tanto, no es un supresor del apetito. Se ha demostrado que mejora los trastornos relacionados con la obesidad como la diabetes mellitus y la hiperlipidemia. La dosis es de 120 mg. 3 veces al día antes de las comidas. Los efectos colaterales principales son los efectos gastrointestinales, como las evacuaciones blandas y el prolapso rectal. Se recomienda la administración de suplementos vitamínicos debido a que, además de bloquear la absorción de grasas, el orlistat inhibe la absorción de vitaminas liposolubles.

Un estudio hecho por un grupo investigador del Reino Unido en personas obesas, encontró que después de 24 semanas de tratamiento doble ciego, la

pérdida de peso promedio fue significativamente mayor con orlistat comparado con placebo, expresado como porcentaje, la pérdida de peso fue de $4.35 \pm 0.46\%$ y $2.50 \pm 0.42\%$ para los grupos orlistat y placebo, respectivamente, esto se traduce a 4.4 kg. (4.4%) en el grupo de orlistat contra 2.6 kg. (2.5%) en el grupo placebo ($p < 0.01$). (Broom, *et al.*, 2003)

La sibutramina es un agente anorexígeno y estimulante del sistema nervioso central controla el apetito, disminuye el deseo vehemente por los alimentos y es un antidepresivo. También se ha demostrado que mejora los trastornos relacionados con el sobrepeso y las concentraciones de triglicéridos, circunferencia de cintura y los indicadores de la calidad de vida, la dosis recomendada es de 10-15 mg. Una vez al día. Los efectos colaterales menores son la cefalea y la boca seca; los efectos más serios son el aumento de la presión arterial y la frecuencia cardíaca, por lo cual es necesario vigilar estos signos durante el tratamiento.

En un meta-análisis de estudios científicos de diferentes fármacos utilizados para el tratamiento de la obesidad, publicado en el presente año se encontró que la sibutramina con modificación del estilo de vida fue más eficiente que el placebo. En promedio se observó que los pacientes que usan sibutramina pierden 4.5 kg. más que el grupo placebo y tienen de un 20 a un 30% más posibilidades de perder al menos el 5% de su peso en un año. (Yarnel, *et al.*, 2001)

4.3 Tratamientos para combatir a la obesidad en base a fitoterapia

En una revisión realizada en la Escuela de Medicina de Harvard en Boston, Massachussets, USA en Noviembre del 2004 se vio la necesidad de hacer un estudio, sobre este tópico, dado que muchos pacientes buscan la solución mágica

en los suplementos nutricionales, surgiendo la necesidad de analizar este tema por el aumento en la fabricación de diferentes productos, ya que eran aproximadamente más de 50 suplementos dietéticos de un solo ingrediente y más de 125 combinaciones con el objetivo de bajar de peso, a través de esta revisión se encontró que el profesional de la salud que los indique debe ser cuidadoso.

Dentro de las leyes que regulan la MCA (Medicine Control Agency), se subraya el hecho de que sólo se deben utilizar productos herbales que provengan de material seguro.

El *F. vesiculosus* y el ácido hidroxícítrico han sido aprobados para el tratamiento de la obesidad por el Departamento de Salud del Reino Unido y como dato específico la MCA (Medicine Control Agency) es la agencia ejecutiva del Departamento de Salud del Reino Unido responsable de la aprobación de productos medicinales y herbales. (The Information Center Lifestyle Statistics. Statistics on obesity, lifestyle and diet: England 2006.)

4.4 Investigaciones referentes al papel del ácido hidroxícítrico en la obesidad

Según los productos que se analizaron se encontró insuficiente la evidencia referente al ácido hidroxícítrico con relación a la eficacia del mismo como tratamiento de la obesidad. (Saper, *et al.*, 2005)

El extracto de la fruta seca *G. cambogia*, también conocida como tamarindo malabar, es fuente única de ácido hidroxícítrico, ha sido utilizado de manera segura por cientos de años, en el sureste de Asia para hacer las comidas más

satisfactorias y en este estudio se encontró que esta respuesta se encuentra asociada con una menor producción de leptina a nivel abdominal aún y cuando los niveles de leptina en plasma permanecieron estables. (Pamplona, 2002)

Los extractos de los frutos de *G. cambogia* se usan en los tratamientos de obesidad, por su acción anorexígena exenta de toxicidad. Producen sensación de saciedad y favorecen el metabolismo de los azúcares, impidiendo que se transformen en grasa. La sustancia activa es el ácido hidroxicítrico, que se encuentra en la piel de esta fruta. (Fujimira, *et al.*, 2002)

El ácido hidroxicítrico, principal componente de la *G. cambogia* ha mostrado ser un potente inhibidor de la ATP citrato liasa, que cataliza la conversión extramitocondrial de citrato a oxalacetato. La inhibición de esta reacción limita la disponibilidad de unidades de acetil Co-A necesarias para la síntesis de ácidos grasos y lipogénesis mientras se practica una dieta lipogénica, que es una dieta alta en carbohidratos. Numerosos estudios en animales indican que el ácido hidroxicítrico: suprime la síntesis de ácidos grasos, lipogénesis y disminuye la ingestión de alimentos e induce la pérdida de peso. (Lenz, 2004)

El ácido hidroxicítrico inhibe la acción extramitocondrial (en citosol) de la enzima citrato ATP liasa. Esta enzima puede jugar un rol esencial en la síntesis de novo inhibiendo la lipogénesis, por lo tanto se dice que la *G. cambogia* debe ser útil en reducir peso y masa grasa en los humanos. (Suárez, 2004)

En estudios *in vitro* se ha encontrado la inhibición de síntesis de ácidos grasos y lipogénesis de varios precursores; sin embargo, muy pocos estudios clínicos han encontrado resultados controversiales, lo que sigue apoyando la necesidad de más estudios acerca de esta planta. (Jena, *et al.*, 2002)

Por otro lado el ácido hidroxycítrico es un inhibidor competitivo de la enzima ATP citrato liasa, que cataliza la conversión de citrato y coenzima A en oxalacetato y acetil CoA en citosol. El Acetil CoA es usado en la síntesis de ácidos grasos, colesterol y triglicéridos, y en la síntesis de acetil Co A en el sistema nervioso central.

En un estudio hecho en el Instituto de Salud y Nutrición (División de Ciencias de los Alimentos) de Tokio Japón, se encontró que en ratas macho Zucker obesas, el extracto de la *G. cambogia* (ácido hidroxycítrico) fue efectiva previniendo la acumulación extra de grasa.

Las dosis utilizadas fueron de 0, 10, 51, 102 y 154 mmol/kg. de peso por 92-93 días y la dosis más elevada fue en la que se observó una reducción de grasa más importante (Saito, *et al.*, 2005)

En otra revisión de literatura acerca de suplementos dietéticos promocionados para perder peso, se revisó la información encontrada acerca de la *G. cambogia* y en esos pocos estudios no se encontró que fuera un coadyuvante para el tratamiento de la obesidad; sin embargo, cabe destacar que fueron muy pocos los estudios como para tener un juicio final de este tratamiento. Por lo tanto las conclusiones de esta revisión fueron que se necesita mucho más investigación acerca de estos suplementos para apoyar o descartar el efecto de esta planta en especial *G. cambogia* (García, *et al.*, 2002)

Un estudio encontró que tomando 1500 mg. /día de ácido hidroxycítrico no produce una pérdida significativa de peso o de masa grasa en comparación con el placebo. El estudio utilizó 135 participantes obesos, de los cuales 84 completaron el tratamiento de 12 semanas; todos siguieron una dieta baja en calorías, alta en

fibra y bajaron de peso de manera importante. Sin embargo el grupo que utilizó ácido hidroxycítrico no tuvo una mayor pérdida que el grupo control. (Anónimo, 1999)

Sin embargo en un estudio se dieron 1500 mg de ácido hidroxycítrico por día a 135 pacientes de los cuales 66 utilizaron la dosis anteriormente mencionada; sin embargo después de 12 semanas de tratamiento se encontró que no hubo una diferencia significativa en pérdida de peso y masa grasa entre los pacientes que lo utilizaron y los que utilizaron placebo, por lo tanto se dedujo que la planta no produce cambios más allá de los obtenidos con un placebo. (García, *et al.*, 2002)

4.5 Investigaciones referentes al papel del *F. vesiculosus*

El *F. vesiculosus* es un alga de 30 a 60 cm. en longitud, propia de las costas atlánticas de Europa, presenta unas vesículas llenas de aire, como si fueran flotadores. Es muy rica en ácido algínico y otros polisacáridos mucilaginosos. Se usa en cápsulas y otras preparaciones farmacéuticas para perder peso, gastritis, constipación intestinal o hipotiroidismo. (Roy S, *et al.*, 2004)

Se ha comprobado que una de las únicas plantas que sirven para tratar el hipo e hipertiroidismo a través del tiempo aunque su mecanismo es casi un enigma, es el *F. vesiculosus* (Wyatt, 2003)

Otro estudio sostiene que el *F. vesiculosus* tiene un efecto antiestrogénico y por lo tanto reduce el cáncer en ratas, en el estudio de seguimiento se encontró que en ratas femeninas con un tratamiento 350 mg. /día en una dosis de 175mg 2 veces al día se logró que disminuyeran los niveles de estradiol y peso de manera significativa. (Steven B, *et al.*, 1998)

Los principales azúcares neutrales encontrados en el fucus fueron fucosa, glucosa, galactosa, xilosa.

El *F. vesiculosus* ha sido consumido en Asia y son fuente de fibra, minerales y proteínas, las paredes celulares del alga contienen polisacáridos sulfatados que no son encontrados en las plantas de la tierra y que tienen muchas funciones específicas en la regulación iónica, estas fibras son muy solubles ya que contienen alginatos y fucanos laminarios, las fibras insolubles están esencialmente hechas de celulosa.

Las paredes celulares de los alginatos son poliurónidos que consisten en unidades alternadas de ácidos manurónicos y glucorónicos que fungen el papel de polielectrolitos y su solubilidad depende del pH. Las paredes celulares de los fucanos están formadas de polisacáridos que a su vez contienen fucosa, ácidos urónicos, xilosa y sulfato.

Los polisacáridos sulfatados de las fibras solubles derivadas del fucus tienen propiedades anticoagulantes, antiinflamatorias, antivirales o antitumorales; también se han detectado propiedades antioxidantes de los extractos polifenólicos

Se encontró que los alginatos contenidos en el fucus son estables en soluciones que tienen un pH de entre 6 y 9; Se encontró que los principales componentes fueron azúcares neutrales los ácidos urónicos y sulfatados y los que se encontraron en menor proporción fueron los polifenoles.

El fucoidan es un polisacárido compuesto de fucosa sulfatada, es decir fucosa con trazas de galactosa y xilosa, ácidos urónicos y sulfatados. (Rupérez, *et al.*, 2002)

El poder antioxidante contenido en el fucus de primera importancia son los polisacáridos sulfatados aunque no se sabe cual de ellos tienen mayor poder antioxidante, dando como resultado que el efecto antioxidante del fucus no solo viene de los polifenoles y de los polisacáridos sulfatados sino de los fucanos.

Y en cuanto a los metabolitos secundarios se tiene como información que tienen un efecto protector sobre la formación de oxalato y la única manera de lograr tener este efecto es tras tener un efecto antioxidante que se encontró en ratas wistar macho que se dividieron en 4 grupos (un grupo control, un grupo sin medicamento y tratado con fucoidan, otro grupo con medicamento y fucoidan y el último solamente con medicamento para inducir a hiperoxaluria en todos los grupos que se utilizó); se encontró una alta correlación (positiva) entre el malonaldehído plasmático y el daño de las membranas renales; esto quiere decir que la formación de radicales libres indica la extensión del daño celular y esto está mediado básicamente según el estudio por el aumento de carbonilos proteicos y disminución de tiol y ATPasas renales (estas son condiciones que siempre se presentan bajo la oxaluria) y todo lo bioquímicamente explicado es bloqueado en presencia de fucoidan, indicando su papel protector en la enfermedad renal.

En otro estudio que en base al conocimiento de que los polisacáridos sulfatados del *F. vesiculosus* tienen numerosas propiedades de importancia farmacológica; este estudio evaluó la eficacia de la planta en aminorar los cambios bioquímicos anormales en estado de hiperoxaluria inducido, hicieron 2

grupos de ratas albinas wistar uno de ellos fue de control solamente con el etilenglicol y el otro igual solo que a partir del día 8 recibió los polisacáridos sulfatados de la planta y se encontró que el grupo tratado con los polisacáridos llegó a lograr casi los niveles normales en cuanto al estado de peroxidación lipídica y antioxidante. (Veena, *et al.*, 2004)

Un estudio, tal vez, muy diferente a los otros que se han mencionado en cuanto a hechos bioquímicos encontró que los diferentes tipos de *Fucus* (incluyendo el *vesiculosus*) presentan una habilidad para remover cadmio de las soluciones acuosas, la sorción del metal es rápida en un 90% y se completa tras el contacto de ambas sustancias en 25 minutos este estudio concluyó que estos se pueden utilizar para disminuir la polución por metal en el ambiente; sin embargo, nuestro ambiente corporal también es acuoso, siendo una buena característica primero en cuanto a regular el pH de nuestro organismo y de hecho entre más alto es el pH más se remueve el cadmio, tomando en cuenta que las personas con mayor peso tienen un pH más alejado del normal puede coadyuvar en sí como antioxidante y como eliminador de toxinas. (Herrero, *et al.*, 2006)

Otro de los metabolitos secundarios encontrados en los extractos polares del *F. vesiculosus* es el florotanino esto lo respaldan estudios hechos en animales herbívoros. (Jormalainen, *et al.*, 2005)

Se han encontrado polifenoles en la planta (ácidos fenólicos, flavonoides, flavonoles, taninos, etc.) y son especialmente importantes antioxidantes, por su alta potencia redox, los florotaninos son el grupo mas grande de polifenoles son oligómeros y polímeros de floroglucinol (1,3,3-trihidroxibeneno); difieren de otros taninos presentes en las plantas en su mecanismo de biosíntesis, sin embargo, como otros taninos tienen múltiples roles en las plantas (por ejemplo la

capacidad de precipitar proteínas), los florotaninos tienen la capacidad de actuar como componentes bioactivos en organismos mayores y aunque se han utilizado diferentes métodos analíticos se han necesitado muchos procedimientos rápidos y específicos tales como cromatografía en capa fina y cromatografía de alta resolución son útiles para separar los diferentes derivados de taninos. (Truus, *et al.*, 2004)

4.6 Panorama de la investigación

Las formulaciones: Ácido hidroxycítrico y *F. vesiculosus* que se utilizaron en el presente estudio fueron otorgadas por el Recetario Magistral de Farmacias Benavides, mismo que desde hace tiempo provee al paciente mediante la indicación del profesional de la salud la formulación solicitada; obviamente para que el laboratorio funcione y pueda brindar sus servicios necesita cumplir con los reglamentos de salud establecidos por las autoridades mexicanas correspondientes, este laboratorio las cumple; de hecho, actualmente se utilizan diversos derivados de productos naturales (Chitosan, *H.gordonii*, etc.) ya que no son medicamentos, sino coadyuvantes utilizados en el tratamiento asociado de la obesidad.

Cabe resaltar que los estudios mencionados anteriormente dentro de los antecedentes, fueron hechos en ratas y en seres humanos, motivo por el cual, se propuso en este estudio científico probar la actividad planteada y la determinación de compuestos que están en ellas y su relación con dicho efecto.

5. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE ESTUDIO

5.1 Diseño Experimental

Se realizaron dos convocatorias para el tratamiento de la obesidad, una en Linares, Nuevo León y la otra en Monterrey y las mujeres que cumplieron con los criterios de inclusión, fueron las que conformaron el bioensayo.

Los criterios de inclusión tomados en cuenta para el bioensayo fueron: mujeres adultas con un IMC ≥ 30 , y de 18 años o mayores que asistieron a la convocatoria para el tratamiento de la obesidad (al azar)

Los criterios de exclusión para el bioensayo fueron: todos los hombres y mujeres con un IMC < 30 , menores de 18 años, embarazadas y/o que tomaban otros medicamentos o suplementos para cualquier objetivo similar o diferente al utilizado en la investigación.

Se les tomó lectura de talla con un estadímetro profesional marca Healthometer con graduación de .0.1 cm., además se les pesó en una báscula de impedancia bioeléctrica de la marca Tanita con electrodos en los pies con una capacidad de 140 kg. con graduación de 0.1 kg. ; se utilizó una cinta métrica de fibra de vidrio profesional con graduación de 0.1 cm., para tomar la circunferencia de cintura y cadera; se hizo una punción capilar para tomar lectura de la glucosa casual con el glucómetro del modelo Accu-check de la compañía Mead Johnson, se les entrevistó para verificar que efectivamente cumplieran con los criterios de inclusión.

Posteriormente, se tomaron en forma aleatoria, grupos de 10, a tratamiento doble ciego quedando como grupo 1 el tratado con 400 mg. de ácido hidroxycítrico (derivado de *G. cambogia*), grupo 2 el tratado con 300 mg. de *F. vesiculosus* y el grupo 3 placebo, tratado con 400 mg. de carbonato de calcio (la cápsula se tomó a cualquier hora del día, esto con el fin de lograr la adherencia adecuada en el tratamiento).

Además, se utilizaron medidas dietéticas aplicables a cada caso y se les citó cada 15 días, con el fin de evaluar el avance en base al examen de bioimpedancia eléctrica y medidas de cintura y cadera; la glucosa casual se midió al final del periodo de 12 semanas.

5.2 *F. vesiculosus*

5.2.1 Reacciones coloridas para identificar los metabolitos secundarios

A) Insaturaciones

Prueba del KMnO_4 : Se disolvió 0.018 g de la muestra en 1 ml. de cloroformo se añadió posteriormente gota a gota una solución de KMnO_4 al 2% en agua y la prueba fue positiva ya que se produjo decoloración.

B) Oxhidrilos fenólicos

Prueba del FeCl_3 : Se disolvieron 0.018 g. de la muestra en 1 ml. de cloroformo, después se le añadieron unas gotas de cloruro férrico al 12.5% en agua y surgió la aparición de un precipitado violeta que se considera positivo.

C) Triterpenos y compuestos esteroidales (esteroles y metilesteroles)

Prueba de Liebermann-Burchard: Se disolvieron 5 gotas de la muestra en cloroformo y luego se añadieron unas gotas del reactivo, la prueba se consideró positiva, ya que se observaron cambios de coloración y después de 15 min. apareció un color amarillo que indicó la presencia de un C-14-metilo y una Δ^7 insaturación. El reactivo se preparó agregando una gota de ácido sulfúrico a una mezcla de 1.0 ml de anhídrido acético y 1 ml de cloroformo.

D) Carbohidratos

Prueba de Molish: En un tubo de ensayo se colocaron 5 gotas de la muestra, luego se añaden 3 gotas del reactivo de Molish, se inclina el tubo y se agrega 2 ml de H_2SO_4 concentrado por las paredes, la prueba se considera positiva cuando se forma un anillo coloreado en interfase. El reactivo de Molish se prepara añadiendo 1.0 g de α -naftol en 100 ml. de etanol al 95 %.

E) Cumarinas

Prueba del Hidróxido de Sodio al 10 %: Se hicieron reaccionar unas gotas de la muestra con una solución de NaOH al 10% y apareció una coloración anaranjada que desapareció al acidular con unas gotas de HCl, esto indicó la presencia de un anillo lactónico y se consideró la prueba positiva.

F) Saponinas

Prueba del Bicarbonato de Sodio: Se disolvieron 5 gotas de la muestra en agua, luego se hacen reaccionar con 3 gotas de la solución de bicarbonato al 10 % y la aparición de burbujas indicó que la prueba fue positiva.

G) Grupos aromáticos

Prueba del Ácido Sulfúrico-Formaldehído: 5 gotas de las muestras se disolvieron en un solvente no aromático y se le agregaron unas gotas del reactivo, se observó un cambio de coloración rojo-violeta, por lo tanto, la prueba fue positiva. El reactivo se preparó con 1 ml de H_2SO_4 y una gota de formaldehído.

H) Sesquiterpenlactonas

Prueba de Baljet: Para la prueba se agregaron 8 gotas de la muestra y de 3 a 4 gotas del reactivo, la prueba fue positiva, ya que se formó una coloración de naranja a roja oscura en ambos extractos. Para preparar el reactivo se utilizaron dos soluciones que se mezclaron en iguales volúmenes antes de usarse. Solución A: 1 g de ácido pícrico en 100 ml de etanol; solución B: 10 g de hidróxido de sodio en 100 ml de agua destilada.

I) Flavonoides

Prueba del H_2SO_4 : Para compuestos de tipo flavonoide una pequeña cantidad de muestra se disolvió en ácido sulfúrico concentrado y ambas se

observaron coloraciones de amarillo para flavonas y flavonoides a naranja-guinda para flavonas.

J) Alcaloides

Prueba de Dragendorff: Modificación de Munier y Machelobuf.

El reactivo utilizado constó de dos soluciones:

Solución A.- Se disolvieron 0.85 g de nitrato de bismuto, en una mezcla de

10 ml. de ácido acético glacial y 40 ml. de agua.

Solución B.- Se disolvieron 8.0 g de yoduro de potasio en 20 ml. de agua.

El reactivo se preparó mezclando 5 ml. de la solución A, 4 ml. de la solución B y 100 ml. de agua (el reactivo es estable por un año). Para ésta prueba se corrió una cromatografía en capa delgada y se roció el cromatograma con el reactivo, se consideró negativo, ya que no se presentaron manchas rojas transcurridas 24 horas.

K) Shinoda:

Para compuestos de tipo flavonoide: A 1.0 mg. De muestra disuelta en etanol y con limaduras de magnesio, se le aplicó calor (60°C) y después unas gotas de HCl por las paredes y se consideró positiva, ya que se aparecieron coloraciones naranja-rojo-rosa.

Cabe mencionar que el material utilizado en el caso de *F. vesiculosus*, fue el extracto en forma de polvo proporcionado por el laboratorio de

recetario magistral de farmacias Benavides, así como el ácido hidroxicítrico también y su presentación fue en polvo.

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comprobar si la pérdida de peso y masa grasa en cada uno de los tres tratamientos es significativa o no, se utilizó la prueba “t” para dos muestras relacionadas, la cual nos permite contrastar la hipótesis referida a la diferencia entre dos medias relacionadas. Las variables cuantitativas puestas a prueba fueron: peso total, IMC, circunferencia abdominal, cadera, masa grasa, masa magra, kg. de agua, porcentaje de grasa y glucosa casual; En adición se elaboraron análisis descriptivos para las variables: glucosa casual, cintura, cadera, kg. de agua, kg. de masa magra; el análisis y tratamiento de datos se realizaron con el programa SPSS, y se transformó el porcentaje de grasa mediante la fórmula:

$$P' = \sqrt{a} \gamma \text{csen } (\%)$$

Los criterios de la decisión estadística fueron:

Si $p > 0.05$ No habría diferencia significativa entre las medias de la variable debido al tratamiento.

Si $p < \alpha = 0.05$ diferencia es significativa entre las medias de la variable debido al tratamiento.

Si $p < \alpha = 0.01$ habría alta diferencia significativa entre las medias de la variable debido al tratamiento.

Las pruebas de comparación de medias se basan en el estadístico T, el cual se ajusta apropiadamente al modelo de distribución de probabilidad “t” de Student cuando la población muestreada es normal.

6.1 Tratamiento de la variable peso total

Para verificar que no existan valores atípicos en cada grupo y asegurarnos que la media aritmética es un buen estimador de tendencia central del peso total obtenido en la primera cita, obtenemos los estimadores M.

Tabla 1 Media aritmética del peso total de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León en la primera cita

GRUPOS				Estadístico	Error tip.
A.H	Peso total C1	Media		80.320	1.645
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	76.599	
			Límite superior	84.041	
		Media recortada al 5%		80.272	
		Mediana		80.150	
F.V	Peso total C1	Media		95.020	4.537
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	84.757	
			Límite superior	105.283	
		Media recortada al 5%		94.967	
		Mediana		94.350	
Control	Peso total C1	Media		81.100	2.723
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	74.940	
			Límite superior	87.260	
		Media recortada al 5%		81.122	
		Mediana		81.250	
				74.162	

Tabla 2 Estimadores-M del peso total de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León en la primera cita

GRUPOS		Estimador M de Huber	Biponderado de Tukey	Estimador-M de Hampel	Onda de Andrews
A.H	Peso total C1	79.829	79.294	79.795	79.260
F.V	Peso total C1	94.563	94.677	95.020	94.676
Control	Peso total C1	81.085	81.146	81.184	81.114

Los estimadores robustos centrales (estimadores-M) oscilan en torno a 79 para el grupo A.H., en torno a 94 para el grupo F.V. y en torno a 81 para el grupo control, lo cual representa una estimación de la tendencia central más próxima a la media aritmética, así como, a la media recortada y a la mediana, por lo que no se revela la presencia de valores extremos en ninguno de los grupos.

Tabla 3 Prueba de normalidad para el peso total de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León en la primera cita

		GRUPOS		
		A.H	F.V	Control
		Peso total C1	Peso total C1	Peso total C1
Kolmogorov-Smirnov	Estadístico	.203	.155	.181
	gl	10	10	10
	Sig.	.200	.200	.200
Shapiro-Wilk	Estadístico	.949	.932	.938
	gl	10	10	10
	Sig.	.627	.467	.499

La prueba de normalidad que se evalúa es la de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor de 50 casos. Se observa que para cada grupo la probabilidad asociada al estadístico (0.627, 0.467 y 0.499 respectivamente) es mayor a 0.05 por lo que los grupos no difieren significativamente de una muestra normal y por tanto el estadístico T se ajusta apropiadamente al modelo de distribución de probabilidad t de Student y la comparación de medias es un buen estimador.

La prueba de normalidad y los estimadores de las medias se han realizado para cada una de las citas para asegurar la validez del análisis de comparación de medias. Observando que en cada cita los grupos se comportan de manera adecuada.

Tabla 4 Media aritmética del peso total de mujeres obesas adultas del Estado de Nuevo León

GRUPOS			Estadístico	Error tip.
A.H	Peso total C1	Media	80.320	1.645
	Peso total C2	Media	77.600	1.796
	Peso total C3	Media	76.170	1.800
	Peso total C4	Media	75.10	1.67
	Peso total C5	Media	73.840	1.731
	Peso total C6	Media	73.17	1.77
	Peso total C7	Media	72.060	1.711
F.V	Peso total C1	Media	95.020	4.537
	Peso total C2	Media	92.950	4.580
	Peso total C3	Media	92.410	4.588
	Peso total C4	Media	90.82	4.60
	Peso total C5	Media	91.322	5.122
	Peso total C6	Media	88.48	4.96
	Peso total C7	Media	91.625	5.250
Control	Peso total C1	Media	81.100	2.723
	Peso total C2	Media	79.640	2.613
	Peso total C3	Media	78.144	2.990
	Peso total C4	Media	75.59	2.55
	Peso total C5	Media	78.725	2.198
	Peso total C6	Media	78.70	2.43
	Peso total C7	Media	79.550	4.650

Tabla 5 **Estimadores-M para el peso total de mujeres obesas adultas del Estado de Nuevo León**

GRUPOS		Estimador M de Huber	Biponderado de Tukey	Estimador-M de Hampel	Onda de Andrews
A.H	Peso total C1	79.829	79.294	79.795	79.260
	Peso total C2	76.972	77.112	77.180	77.117
	Peso total C3	75.890	75.945	75.942	75.946
	Peso total C4	74.89	74.98	75.00	74.98
	Peso total C5	73.824	73.973	73.849	73.974
	Peso total C6	73.47	73.64	73.39	73.64
	Peso total C7	72.583	72.695	72.183	72.691
F.V	Peso total C1	94.563	94.677	95.020	94.676
	Peso total C2	92.564	92.673	92.950	92.671
	Peso total C3	91.892	92.040	92.410	92.038
	Peso total C4	90.64	90.69	90.82	90.69
	Peso total C5	91.400	91.548	91.322	91.550
	Peso total C6	88.48	88.38	88.48	88.38
	Peso total C7	93.028	92.546	92.028	92.545
Control	Peso total C1	81.085	81.146	81.184	81.114
	Peso total C2	79.697	79.671	79.768	79.671
	Peso total C3	78.499	78.256	78.434	78.264
	Peso total C4	76.62	77.49	76.79	77.49
	Peso total C5	77.772	77.606	78.062	77.613
	Peso total C6	77.80	77.82	78.14	77.83
	Peso total C7	79.550	79.550	79.550	79.550

Los estimadores robustos centrales (estimadores-M) oscilan en torno a los mismos valores de la media aritmética, por lo no se revela la presencia de valores extremos en ninguno de los grupos para ninguna cita.

Tabla 6 Prueba de normalidad del peso total de mujeres obesas adultas del Estado de Nuevo León

GRUPOS		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
A.H	Peso total C1	.203	10	.200	.949	10	.627
	Peso total C2	.162	10	.200	.946	10	.598
	Peso total C3	.167	10	.200	.962	10	.787
	Peso total C4	.153	10	.200	.971	10	.893
	Peso total C5	.184	10	.200	.946	10	.589
	Peso total C6	.215	10	.200	.938	10	.501
	Peso total C7	.233	10	.132	.949	10	.635
F.V	Peso total C1	.155	10	.200	.932	10	.467
	Peso total C2	.138	10	.200	.938	10	.500
	Peso total C3	.135	10	.200	.936	10	.488
	Peso total C4	.127	10	.200	.942	10	.550
	Peso total C5	.177	9	.200	.927	9	.456
	Peso total C6	.225	10	.162	.888	10	.210
	Peso total C7	.189	8	.200	.939	8	.569
Control	Peso total C1	.181	10	.200	.938	10	.499
	Peso total C2	.207	10	.200	.931	10	.458
	Peso total C3	.223	9	.200	.919	9	.417
	Peso total C4	.240	8	.197	.901	8	.349
	Peso total C5	.282	4	.			
	Peso total C6	.258	4	.			
	Peso total C7	.260	2	.			

La prueba de normalidad que se evalúa es la de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor de 50 casos. Se observa que para cada grupo, en cada cita, la probabilidad asociada al estadístico es mayor a 0.05 por lo que los grupos no difieren significativamente de una muestra normal y por tanto el estadístico T se ajusta apropiadamente al modelo de distribución de probabilidad t de Student y la comparación de medias es un buen estimador.

Tabla 7 Prueba T de una sola muestra para el peso total de mujeres obesas adultas del Estado de Nuevo León en la primera cita

GRUPOS		Valor de prueba = 80.32					
		t	gl	Sig. Bilateral	Diferencia de medias	Intervalo de confianza para la diferencia	
						Lower	Upper
A.H	Peso total C1	.000	9	1.000	1.421E-14	-3.721	3.721
F.V	Peso total C1	3.240	9	.010	14.700	4.437	24.963
Control	Peso total C1	.286	9	.781	.780	-5.380	6.940

La prueba de una sola muestra nos indica que los grupos A.H. y Control no muestran una diferencia significativa entre el peso total inicial, sin embargo el peso total inicial del grupo F.V. difiere significativamente de los otros dos.

El estadístico de Levene nos permite contrastar la hipótesis de que las varianzas poblacionales son iguales. Si el nivel crítico SIG. es menor a 0.05 debemos rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas y concluir que, en las poblaciones definidas por los tres grupos, la varianzas de las citas no son homogéneas.

Tabla 8 Prueba de Homogeneidad del peso total de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León para cada cita

Peso total	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
C1	6.683	2	27	.004
C2	6.572	2	27	.005
C3	6.093	2	26	.007
C4	8.163	2	25	.002
C5	8.583	2	20	.002
C6	11.903	2	21	.000
C7	4.762	2	17	.023

Debido a que el procedimiento ANOVA asume que las varianzas son homogéneas y las probabilidades asociadas al estadístico de Leven son menores a 0.05 para cada cita (0.004,0.005, 0.007,0.002, 0.002,0.000, 0.023), el análisis ANOVA no está plenamente justificado.

En el caso en que no podamos asumir igualdad de varianzas podemos utilizar el estadístico de Games-Howell, el cual es un método similar al de Tukey y se basa en la distribución del rango estudentizados y en un estadístico T en el que, tras estimar las varianzas poblacionales suponiendo que son distintas, se corrigen los grados de libertad mediante la ecuación de Welch. En términos generales, éste método es uno de los que mejor controla la tasa de error. Si la

probabilidad asociada al estadístico es menor a 0.05 la igualdad de medias es rechazada.

Tabla 9 **Prueba de Games-Howell para el peso total de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León**

Games-Howell

Variable Dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias(I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso total C1	A.H	F.V	-14.700	4.524	.027	-27.678	-1.722
		Control	-.780	4.524	.967	-9.056	7.496
	F.V	A.H	14.700	4.524	.027	1.722	27.678
		Control	13.920	4.524	.047	.150	27.690
	Control	A.H	.780	4.524	.967	-7.496	9.056
		F.V	-13.920	4.524	.047	-27.690	-.150
Peso total C2	A.H	F.V	-15.350	4.548	.023	-28.520	-2.180
		Control	-2.040	4.548	.799	-10.224	6.144
	F.V	A.H	15.350	4.548	.023	2.180	28.520
		Control	13.310	4.548	.059	-.459	27.079
	Control	A.H	2.040	4.548	.799	-6.144	10.224
		F.V	-13.310	4.548	.059	-27.079	.459
Peso total C3	A.H	F.V	-16.240	4.665	.017	-29.432	-3.048
		Control	-1.974	4.793	.840	-11.165	7.216
	F.V	A.H	16.240	4.665	.017	3.048	29.432
		Control	14.266	4.793	.049	6.018E-02	28.471
	Control	A.H	1.974	4.793	.840	-7.216	11.165
		F.V	-14.266	4.793	.049	-28.471	-6.018E-02
Peso total C4	A.H	F.V	-15.72	4.49	.020	-28.89	-2.55
		Control	-.49	4.76	.986	-8.57	7.60
	F.V	A.H	15.72	4.49	.020	2.55	28.89
		Control	15.23	4.76	.030	1.43	29.04
	Control	A.H	.49	4.76	.986	-7.60	8.57
		F.V	-15.23	4.76	.030	-29.04	-1.43
Peso total C5	A.H	F.V	-17.482	4.837	.023	-32.349	-2.615
		Control	-4.885	6.228	.255	-13.130	3.360
	F.V	A.H	17.482	4.837	.023	2.615	32.349
		Control	12.597	6.327	.107	-2.613	27.807
	Control	A.H	4.885	6.228	.255	-3.360	13.130
		F.V	-12.597	6.327	.107	-27.807	2.613
Peso total C6	A.H	F.V	-15.31	4.94	.034	-29.48	-1.14
		Control	-5.53	6.54	.230	-14.56	3.50
	F.V	A.H	15.31	4.94	.034	1.14	29.48
		Control	9.78	6.54	.221	-4.98	24.54
	Control	A.H	5.53	6.54	.230	-3.50	14.56
		F.V	-9.78	6.54	.221	-24.54	4.98
Peso total C7	A.H	F.V	-19.565	4.949	.017	-35.153	-3.977
		Control	-7.490	8.081	.499	-62.310	47.330
	F.V	A.H	19.565	4.949	.017	3.977	35.153
		Control	12.075	8.248	.300	-12.377	36.527
	Control	A.H	7.490	8.081	.499	-47.330	62.310
		F.V	-12.075	8.248	.300	-36.527	12.377

6.2 Tratamiento de la variable IMC

Para verificar que no existan valores atípicos en cada grupo y asegurarnos que la media aritmética es un buen estimador de tendencia central la comparamos con los estimadores M. Resultando que en general ellos oscilan alrededor de la media aritmética y por tanto no tenemos problemas con valores atípicos.

Tabla 10 Medias aritméticas del IMC de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Media		GRUPOS		
		A.H.	F.V.	Control
IMC_C1	Estadístico	31.680	37.875	33.550
	Error tip.	.521	1.673	.450
IMC_C2	Estadístico	30.770	37.063	32.800
	Error tip.	.532	1.722	.700
IMC_C3	Estadístico	30.0350	36.8125	32.9000
	Error tip.	.5512	1.7232	1.0000
IMC_C4	Estadístico	29.630	36.200	32.200
	Error tip.	.496	1.716	.900
IMC_C5	Estadístico	29.130	36.038	31.950
	Error tip.	.535	1.758	1.050
IMC_C6	Estadístico	28.84	35.56	32.05
	Error tip.	.53	1.82	1.15
IMC_C7	Estadístico	28.410	35.163	31.800
	Error tip.	.532	1.844	1.000

Tabla 11

Estimadores M para el IMC de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS		Estimador M de Huber	Biponderado de Tukey	Estimador-M de Hampel	Onda de Andrews
IMC_C1	A.H	31.357	31.248	31.425	31.234
	F.V	36.856	36.819	36.750	36.819
	Control	33.131	33.241	33.128	33.241
IMC_C2	A.H	30.538	30.508	30.600	30.509
	F.V	36.008	36.018	35.970	36.018
	Control	32.452	32.497	32.459	32.494
IMC_C3	A.H	29.5741	29.4736	29.5775	29.4736
	F.V	35.8152	35.8115	35.7500	35.8117
	Control	31.7898	31.9672	31.9130	31.9717
IMC_C4	A.H	29.251	29.109	29.305	29.109
	F.V	35.446	35.273	35.130	35.273
	Control	31.392	31.356	31.289	31.355
IMC_C5	A.H	28.988	28.932	28.986	28.932
	F.V	35.340	35.370	35.144	35.372
	Control	31.100	31.104	31.100	31.105
IMC_C6	A.H	28.83	28.78	28.79	28.79
	F.V	34.35	34.39	34.28	34.39
	Control	30.95	30.85	30.95	30.85
IMC_C7	A.H	28.300	28.275	28.287	28.276
	F.V	35.963	35.825	35.545	35.822
	Control	31.800	31.800	31.800	31.800

La prueba de normalidad que se evalúa es la de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor de 50 casos. Se observa que para cada grupo la probabilidad asociada al estadístico es mayor a 0.05, excepto para el grupo A.H donde la muestra difiere de una distribución normal en las citas 3 y 4 (SIG. 0.019 y 0.039), por lo que los grupos no difieren significativamente de una muestra normal y por tanto el estadístico T se ajusta apropiadamente al modelo de distribución de probabilidad “t” de Student y la comparación de medias es un buen estimador para las citas excepto la tercera y cuarta cita.

Tabla 12 Prueba de normalidad para el IMC de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
A.H	IMC_C1	.219	10	.189	.858	10	.079
	IMC_C2	.199	10	.200	.865	10	.092
	IMC_C3	.224	10	.170	.804	10	.019
	IMC_C4	.208	10	.200	.829	10	.039
	IMC_C5	.167	10	.200	.928	10	.442
	IMC_C6	.164	10	.200	.949	10	.630
	IMC_C7	.121	10	.200	.965	10	.815
F.V	IMC_C1	.152	10	.200	.920	10	.394
	IMC_C2	.154	10	.200	.907	10	.323
	IMC_C3	.150	10	.200	.914	10	.360
	IMC_C4	.180	10	.200	.914	10	.358
	IMC_C5	.178	9	.200	.887	9	.245
	IMC_C6	.173	10	.200	.907	10	.319
	IMC_C7	.207	8	.200	.899	8	.335
Control	IMC_C1	.200	10	.200	.938	10	.500
	IMC_C2	.225	10	.164	.932	10	.464
	IMC_C3	.220	9	.200	.933	9	.487
	IMC_C4	.201	8	.200	.906	8	.371
	IMC_C5	.228	4	.			
	IMC_C6	.297	4	.			
	IMC_C7	.260	2	.			

El estadístico de Levene nos permite contrastar la hipótesis de que las varianzas poblacionales son iguales. Si el nivel crítico SIG. es menor a 0.05 debemos rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas y concluir que, en las poblaciones definidas por los tres grupos, la varianzas de las citas no son homogéneas.

Tabla 13 Igualdad de varianza para el IMC de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
IMC_C1	10.621	2	27	.000
IMC_C2	9.831	2	27	.001
IMC_C3	8.075	2	26	.002
IMC_C4	8.367	2	25	.002
IMC_C5	8.552	2	20	.002
IMC_C6	12.041	2	21	.000
IMC_C7	4.286	2	17	.031

Como el nivel crítico SIG. es menor a 0.05 para cada una de las citas, debemos rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas y concluir que, en las poblaciones definidas por los tres grupos, la varianzas de las citas no son homogéneas y el análisis ANOVA no está plenamente justificado.

Por lo que en este caso en que no podamos asumir igualdad de varianzas utilizaremos el estadístico de Games-Howell debido a las justificaciones dadas anteriormente. Este estadístico será usado para todas las citas excepto para las citas 3 y 4, las cuales no muestran una distribución normal.

Tabla 14 Games-Howell para el IMC de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell

Variable Dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias(I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
IMC_C1	A.H.	F.V.	-5.070	1.406	.026	-9.499	-.641
		Control	-1.220	1.406	.252	-3.110	.670
	F.V.	A.H.	5.070	1.406	.026	.641	9.499
		Control	3.850	1.406	.091	-.581	8.281
	Control	A.H.	1.220	1.406	.252	-.670	3.110
		F.V.	-3.850	1.406	.091	-8.281	.581
IMC_C2	A.H.	F.V.	-5.200	1.435	.025	-9.707	-.693
		Control	-1.560	1.435	.132	-3.515	.395
	F.V.	A.H.	5.200	1.435	.025	.693	9.707
		Control	3.640	1.435	.120	-.875	8.155
	Control	A.H.	1.560	1.435	.132	-.395	3.515
		F.V.	-3.640	1.435	.120	-8.155	.875
IMC_C5	A.H.	F.V.	-6.014	1.662	.024	-11.185	-.844
		Control	-2.095	2.141	.104	-4.654	.464
	F.V.	A.H.	6.014	1.662	.024	.844	11.185
		Control	3.919	2.174	.152	-1.335	9.174
	Control	A.H.	2.095	2.141	.104	-.464	4.654
		F.V.	-3.919	2.174	.152	-9.174	1.335
IMC_C6	A.H.	F.V.	-5.44	1.65	.026	-10.22	-.66
		Control	-2.34	2.19	.093	-5.11	.44
	F.V.	A.H.	5.44	1.65	.026	.66	10.22
		Control	3.11	2.19	.251	-1.83	8.04
	Control	A.H.	2.34	2.19	.093	-.44	5.11
		F.V.	-3.11	2.19	.251	-8.04	1.83
IMC_C7	A.H.	F.V.	-6.752	1.698	.019	-12.213	-1.292
		Control	-3.390	2.773	.204	-11.952	5.172
	F.V.	A.H.	6.752	1.698	.019	1.292	12.213
		Control	3.363	2.830	.304	-2.754	9.479
	Control	A.H.	3.390	2.773	.204	-5.172	11.952
		F.V.	-3.363	2.830	.304	-9.479	2.754

6.3 Tratamiento de la variable circunferencia abdominal

La prueba de normalidad que se evalúa es la de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor de 50 casos. Se observa que para cada grupo la probabilidad asociada al estadístico es mayor a 0.05 por lo que los grupos no difieren significativamente de una distribución normal y por tanto el estadístico T se ajusta apropiadamente al modelo de distribución de probabilidad t de Student y la comparación de medias es un buen estimador para las cualesquier cita.

Tabla 15 Prueba de normalidad de la circunferencia abdominal de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
A.H.	OMBLIGO C1	.971	10	.891
	OMBLIGO C2	.951	10	.657
	OMBLIGO C3	.913	10	.355
	OMBLIGO C4	.897	10	.261
	OMBLIGO C5	.926	10	.431
	OMBLIGO C6	.918	10	.386
	OMBLIGO C7	.911	10	.344
F.V.	OMBLIGO C1	.931	10	.457
	OMBLIGO C2	.930	10	.454
	OMBLIGO C3	.930	10	.451
	OMBLIGO C4	.947	10	.610
	OMBLIGO C5	.896	9	.295
	OMBLIGO C6	.910	10	.338
	OMBLIGO C7	.932	8	.504
Control	OMBLIGO C1	.904	10	.302
	OMBLIGO C2	.910	10	.336
	OMBLIGO C3	.888	9	.253
	OMBLIGO C4	.990	8	.990

El estadístico F del ANOVA de un factor se basa en el cumplimiento de dos supuestos: normalidad y homocedasticidad o igualdad de varianzas. La prueba de Leven nos muestra que el ANOVA puede ser utilizado en la cita 5 y la cita 7 debido a que las probabilidades asociadas a él (0.054 y 0.141 respectivamente) son mayores a 0.05. Sin embargo el supuesto de igualdad de varianzas no puede ser tomado en las demás citas cuyas probabilidades asociadas son menores a 0.05.

Tabla 16 Prueba de igualdad de varianza para la circunferencia abdominal de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
OMBLIGO C1	4.120	2	27	.027
OMBLIGO C2	3.841	2	27	.034
OMBLIGO C3	5.303	2	26	.012
OMBLIGO C4	4.624	2	25	.020
OMBLIGO C5	3.382	2	20	.054
OMBLIGO C6	5.643	2	21	.011
OMBLIGO C7	2.201	2	17	.141

Tabla 17 Anova circunferencia abdominal citas 5 y 7 de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

		Suma de cuadrados	gl	Medias cuadráticas	F	Sig.
OMBLIGO C5	Entre grupos	1307.048	2	653.524	6.065	.009
	Intra grupal	2155.049	20	107.752		
	Total	3462.097	22			
OMBLIGO C7	Entre grupos	1421.645	2	710.822	6.703	.007
	Intra grupal	1802.805	17	106.047		
	Total	3224.449	19			

La probabilidad asociada al estadístico F del ANOVA es menor de 0.05 para ambas citas (0.009 y 0.007 respectivamente), indicando una diferencia significativa en medias. Sin embargo un análisis post-hoc de Tukey evitará caer en un error de tipo I.

Tabla 18 Prueba de Tukey para la circunferencia abdominal de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Tukey HSD

Variable Dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias(I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
OMBLIGO C5	A.H.	F.V.	-14.59	4.77	.016	-26.66	-2.52
		Control	2.60	6.14	.906	-12.94	18.14
	F.V.	A.H.	14.59	4.77	.016	2.52	26.66
		Control	17.19	6.24	.031	1.41	32.97
	Control	A.H.	-2.60	6.14	.906	-18.14	12.94
		F.V.	-17.19	6.24	.031	-32.97	-1.41
OMBLIGO C7	A.H.	F.V.	-17.73	4.88	.006	-30.26	-5.20
		Control	-4.22	7.98	.858	-24.68	16.24
	F.V.	A.H.	17.73	4.88	.006	5.20	30.26
		Control	13.51	8.14	.249	-7.37	34.40
	Control	A.H.	4.22	7.98	.858	-16.24	24.68
		F.V.	-13.51	8.14	.249	-34.40	7.37

Tabla 19 Prueba de Tukey para la quinta cita de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

OMBLIGO C5

		N	Sub-grupos para alfa = .05	
			1	2
Tukey HSD	Control	4	92.00	109.19
	A.H.	10	94.60	
	F.V.	9		
	Sig.		.894	1.000

La prueba muestra que sólo el grupo F.V. difiere de los otros dos.

Tabla 20 **Prueba de Tukey para la séptima cita de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León**

OMBLIGO C7

			Sub-grupos para alfa = .05
GRUPOS		N	1
Tukey HSD	A.H.	10	92.88
	Control	2	97.10
	F.V.	8	110.61
	Sig.		.059

La prueba muestra que sólo el grupo control no difiere de los otros dos.

Para las demás citas la prueba más conveniente es la de Games-Howell.

Tabla 21 Games-Howell para la circunferencia abdominal de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell

Variable Dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias(I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
OMBLIGO C1	A. H.	F. V.	-12.60	4.64	.069	-26.12	.92
		Control	1.13	4.64	.938	-7.31	9.57
	F. V.	A. H.	12.60	4.64	.069	-.92	26.12
		Control	13.73	4.64	.051	-3.61E-02	27.50
	Control	A. H.	-1.13	4.64	.938	-9.57	7.31
		F. V.	-13.73	4.64	.051	-27.50	3.61E-02
OMBLIGO C2	A. H.	F. V.	-12.43	4.39	.055	-25.13	.27
		Control	.16	4.39	.999	-7.95	8.27
	F. V.	A. H.	12.43	4.39	.055	-.27	25.13
		Control	12.59	4.39	.057	-.37	25.55
	Control	A. H.	-.16	4.39	.999	-8.27	7.95
		F. V.	-12.59	4.39	.057	-25.55	.37
OMBLIGO C3	A. H.	F. V.	-13.40	4.25	.035	-25.87	-.93
		Control	1.57	4.36	.859	-6.08	9.22
	F. V.	A. H.	13.40	4.25	.035	.93	25.87
		Control	14.97	4.36	.020	2.37	27.57
	Control	A. H.	-1.57	4.36	.859	-9.22	6.08
		F. V.	-14.97	4.36	.020	-27.57	-2.37
OMBLIGO C4	A. H.	F. V.	-12.82	4.16	.034	-24.68	-.96
		Control	.75	4.41	.969	-7.50	9.00
	F. V.	A. H.	12.82	4.16	.034	.96	24.68
		Control	13.57	4.41	.031	1.17	25.97
	Control	A. H.	-.75	4.41	.969	-9.00	7.50
		F. V.	-13.57	4.41	.031	-25.97	-1.17
OMBLIGO C6	A. H.	F. V.	-13.720	4.995	.047	-27.236	-.204
		Control	1.520	6.608	.956	-16.923	19.963
	F. V.	A. H.	13.720	4.995	.047	.204	27.236
		Control	15.240	6.608	.114	-3.653	34.133
	Control	A. H.	-1.520	6.608	.956	-19.963	16.923
		F. V.	-15.240	6.608	.114	-34.133	3.653

6.4 Tratamiento de la variable cadera

La prueba de normalidad que se evalúa es la de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor de 50 casos. Se observa que para cada grupo la probabilidad asociada al estadístico (0.636 0.887 0.691 0.586 0.848 0.730 0.932 0.348 0.375 0.382 0.495 0.192 0.189 0.080 0.147 0.453 0.494 y 0.71) es mayor a 0.05 por lo que los grupos no difieren significativamente de una distribución normal y por tanto el estadístico T se ajusta apropiadamente al modelo de distribución de probabilidad t de Student y la comparación de medias es un buen estimador para cualesquier cita.

Tabla 22 Prueba de normalidad para la cadera de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
A. H.	CADERA C1	.950	10	.636
	CADERA C2	.971	10	.887
	CADERA C3	.954	10	.691
	CADERA C4	.945	10	.586
	CADERA C5	.968	10	.848
	CADERA C6	.958	10	.730
	CADERA C7	.976	10	.932
F. V.	CADERA C1	.912	10	.348
	CADERA C2	.916	10	.375
	CADERA C3	.918	10	.382
	CADERA C4	.937	10	.495
	CADERA C5	.876	9	.192
	CADERA C6	.884	10	.189
	CADERA C7	.838	8	.080
Control	CADERA C1	.877	10	.147
	CADERA C2	.930	10	.453
	CADERA C3	.934	9	.494
	CADERA C4	.953	8	.715

Tabla 23 **Prueba de igualdad de varianzas para la cadera de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CADERA C1	1.999	2	27	.155
CADERA C2	2.599	2	27	.093
CADERA C3	2.007	2	26	.155
CADERA C4	3.211	2	25	.057
CADERA C5	4.320	2	20	.028
CADERA C6	6.815	2	21	.005
CADERA C7	1.836	2	17	.190

La prueba de igualdad de varianza muestra que el ANOVA está plenamente justificado para las citas primera, segunda, tercera, cuarta y séptima ya que su probabilidad asociada al estadístico es mayor a 0.05, (.155 .093 .155 .057 .190 respectivamente), mientras que el ANOVA no se justifica para las citas quinta y sexta cuya probabilidad asociada no es menor a 0.05 (.028 y .005).

Tabla 24 ANOVA de la cadera de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CADERA C1	Entre Grupos	800.606	2	400.303	9.394	.001
	Inter Grupal	1150.566	27	42.614		
	Total	1951.172	29			
CADERA C2	Entre Grupos	841.321	2	420.660	9.637	.001
	Inter Grupal	1178.549	27	43.650		
	Total	2019.870	29			
CADERA C3	Entre Grupos	825.870	2	412.935	9.208	.001
	Inter Grupal	1166.016	26	44.847		
	Total	1991.886	28			
CADERA C4	Entre Grupos	796.086	2	398.043	9.672	.001
	Inter Grupal	1028.808	25	41.152		
	Total	1824.894	27			
CADERA C7	Entre Grupos	906.068	2	453.034	10.620	.001
	Inter Grupal	725.214	17	42.660		
	Total	1631.282	19			

La prueba ANOVA muestra que todas las citas manifiestan una diferencia significativa en sus medias, debido a que la probabilidad asociada al estadístico F es menor que 0.05 (0.001 en todos los casos).

Para evitar errores de tipo I obtenemos la prueba de Tukey.

Tabla 25 Prueba de Tukey para la cadera de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Tukey HSD

Variable Dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias(I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
CADERA C1	A.H.	F.V.	-10.280	2.919	.004	-17.518	-3.042
		Control	1.250	2.919	.904	-5.988	8.488
	F.V.	A.H.	10.280	2.919	.004	3.042	17.518
		Control	11.530	2.919	.001	4.292	18.768
	Control	A.H.	-1.250	2.919	.904	-8.488	5.988
		F.V.	-11.530	2.919	.001	-18.768	-4.292
CADERA C2	A.H.	F.V.	-10.84	2.95	.003	-18.17	-3.51
		Control	.75	2.95	.965	-6.58	8.08
	F.V.	A.H.	10.84	2.95	.003	3.51	18.17
		Control	11.59	2.95	.002	4.26	18.92
	Control	A.H.	-.75	2.95	.965	-8.08	6.58
		F.V.	-11.59	2.95	.002	-18.92	-4.26
CADERA C3	A.H.	F.V.	-10.880	2.995	.003	-18.322	-3.438
		Control	.700	3.077	.972	-6.946	8.346
	F.V.	A.H.	10.880	2.995	.003	3.438	18.322
		Control	11.580	3.077	.002	3.934	19.226
	Control	A.H.	-.700	3.077	.972	-8.346	6.946
		F.V.	-11.580	3.077	.002	-19.226	-3.934
CADERA C4	A.H.	F.V.	-10.120	2.869	.005	-17.266	-2.974
		Control	1.990	3.043	.792	-5.589	9.569
	F.V.	A.H.	10.120	2.869	.005	2.974	17.266
		Control	12.110	3.043	.001	4.531	19.689
	Control	A.H.	-1.990	3.043	.792	-9.569	5.589
		F.V.	-12.110	3.043	.001	-19.689	-4.531
CADERA C7	A.H.	F.V.	-13.39	3.10	.001	-21.34	-5.44
		Control	1.85	5.06	.929	-11.13	14.83
	F.V.	A.H.	13.39	3.10	.001	5.44	21.34
		Control	15.24	5.16	.023	1.99	28.48
	Control	A.H.	-1.85	5.06	.929	-14.83	11.13
		F.V.	-15.24	5.16	.023	-28.48	-1.99

Para las demás citas la prueba más conveniente es la de Games-Howell.

Tabla 26 Prueba de Games-Howell para la cadera de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell

Variable Dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias(I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
CADERA C5	A.H.	F.V.	-11.074	3.138	.018	-20.195	-1.954
		Control	.645	4.040	.956	-5.514	6.804
	F.V.	A.H.	11.074	3.138	.018	1.954	20.195
		Control	11.719	4.104	.013	2.633	20.806
	Control	A.H.	-.645	4.040	.956	-6.804	5.514
		F.V.	-11.719	4.104	.013	-20.806	-2.633
CADERA C6	A.H.	F.V.	-10.28	3.05	.017	-18.76	-1.80
		Control	-5.00E-02	4.04	1.000	-6.12	6.02
	F.V.	A.H.	10.28	3.05	.017	1.80	18.76
		Control	10.23	4.04	.019	1.70	18.76
	Control	A.H.	5.00E-02	4.04	1.000	-6.02	6.12
		F.V.	-10.23	4.04	.019	-18.76	-1.70

6.5 Tratamiento de la variable masa grasa

La prueba de normalidad que se evalúa es la de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor de 50 casos. Se observa que para cada grupo la probabilidad asociada al estadístico para cada cita (0.487 0.406 0.955 0.862 0.725 0.411 0.188 0.477 0.448 0.483 0.712 0.648 0.370 0.737 0.912 0.981 0.800 0.920) es mayor a 0.05 por lo que los grupos no difieren significativamente de una distribución normal y por tanto el estadístico T se ajusta apropiadamente al modelo de distribución de probabilidad t de Student y la comparación de medias es un buen estimador para cualesquier cita.

Tabla 27 **Prueba de normalidad de la masa grasa de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León**

GRUPOS		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
A.H.	MASA GRASA C1	.936	10	.487
	MASA GRASA C2	.922	10	.406
	MASA GRASA C3	.979	10	.955
	MASA GRASA C4	.969	10	.862
	MASA GRASA C5	.957	10	.725
	MASA GRASA C6	.923	10	.411
	MASA GRASA C7	.884	10	.188
F.V.	MASA GRASA C1	.934	10	.477
	MASA GRASA C2	.929	10	.448
	MASA GRASA C3	.935	10	.483
	MASA GRASA C4	.956	10	.712
	MASA GRASA C5	.949	9	.648
	MASA GRASA C6	.916	10	.370
	MASA GRASA C7	.956	8	.737
Control	MASA GRASA C1	.973	10	.912
	MASA GRASA C2	.983	10	.981
	MASA GRASA C3	.963	9	.800
	MASA GRASA C4	.975	8	.927

La prueba de igualdad de varianza muestra que el ANOVA no está plenamente justificado para ninguna de las citas ya que su probabilidad asociada al estadístico (.013 .005 .003 .003 .008 .006 .03) es menor a 0.05

Tabla 28 **Prueba de Levene para la masa grasa de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
MASA GRASA C1	5.123	2	27	.013
MASA GRASA C2	6.382	2	27	.005
MASA GRASA C3	7.254	2	26	.003
MASA GRASA C4	7.451	2	25	.003
MASA GRASA C5	6.266	2	20	.008
MASA GRASA C6	6.549	2	21	.006
MASA GRASA C7	4.232	2	17	.032

Debido a que no podemos asumir igualdad de varianzas utilizaremos el estadístico de Games-Howell. Si la probabilidad asociada al estadístico es menor a 0.05 la igualdad de medias será rechazada.

Tabla 29 Prueba de Games-Howell para la masa grasa de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell							
Variable Dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
MASA GRASA C1	A.H.	F.V.	-12.240	3.126	.010	-21.388	-3.092
		Control	-1.820	3.126	.670	-7.270	3.630
	F.V.	A.H.	12.240	3.126	.010	3.092	21.388
		Control	10.420	3.126	.032	.879	19.961
	Control	A.H.	1.820	3.126	.670	-3.630	7.270
		F.V.	-10.420	3.126	.032	-19.961	-8.79
MASA GRASA C2	A.H.	F.V.	-12.45	3.17	.012	-22.02	-2.88
		Control	-2.13	3.17	.536	-7.17	2.91
	F.V.	A.H.	12.45	3.17	.012	2.88	22.02
		Control	10.32	3.17	.038	.56	20.08
	Control	A.H.	2.13	3.17	.536	-2.91	7.17
		F.V.	-10.32	3.17	.038	-20.08	-.56
MASA GRASA C3	A.H.	F.V.	-12.25	3.10	.010	-21.40	-3.10
		Control	-2.23	3.18	.537	-7.57	3.11
	F.V.	A.H.	12.25	3.10	.010	3.10	21.40
		Control	10.02	3.18	.038	.54	19.51
	Control	A.H.	2.23	3.18	.537	-3.11	7.57
		F.V.	-10.02	3.18	.038	-19.51	-.54
MASA GRASA C4	A.H.	F.V.	-11.790	3.239	.020	-21.614	-1.966
		Control	-1.585	3.435	.682	-6.452	3.282
	F.V.	A.H.	11.790	3.239	.020	1.966	21.614
		Control	10.205	3.435	.043	.311	20.099
	Control	A.H.	1.585	3.435	.682	-3.282	6.452
		F.V.	-10.205	3.435	.043	-20.099	-.311
MASA GRASA C5	A.H.	F.V.	-13.120	3.554	.020	-23.971	-2.269
		Control	-3.570	4.577	.354	-10.976	3.836
	F.V.	A.H.	13.120	3.554	.020	2.269	23.971
		Control	9.550	4.649	.106	-1.920	21.020
	Control	A.H.	3.570	4.577	.354	-3.836	10.976
		F.V.	-9.550	4.649	.106	-21.020	1.920
MASA GRASA C6	A.H.	F.V.	-10.870	3.734	.045	-21.498	-.242
		Control	-3.990	4.940	.273	-10.904	2.924
	F.V.	A.H.	10.870	3.734	.045	.242	21.498
		Control	6.880	4.940	.257	-4.133	17.893
	Control	A.H.	3.990	4.940	.273	-2.924	10.904
		F.V.	-6.880	4.940	.257	-17.893	4.133
MASA GRASA C7	A.H.	F.V.	-14.257	3.793	.020	-25.976	-2.539
		Control	-5.520	6.193	.559	-52.021	40.981
	F.V.	A.H.	14.257	3.793	.020	2.539	25.976
		Control	8.737	6.321	.368	-12.589	30.064
	Control	A.H.	5.520	6.193	.559	-40.981	52.021
		F.V.	-8.737	6.321	.368	-30.064	12.589

6.6 Tratamiento de la variable masa magra

La prueba de normalidad que se evalúa es la de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor de 50 casos. Se observa que para los grupos A.H y F.V la probabilidad asociada al estadístico para cada cita (0.735 0.183 .387 0.080 0.448 0.431 0.428 0.330 0.445 0.266 0.362 0.484 0.491) es mayor a 0.05 por lo que los grupos no difieren significativamente de una distribución normal y por tanto el estadístico T se ajusta apropiadamente al modelo de distribución de probabilidad t de Student y la comparación de medias es un buen estimador para cualesquier cita. Sin embargo el grupo control difiere significativamente de una distribución normal para las citas 2 y 3, cuyos valores críticos son 0.035 y 0.022 respectivamente.

Tabla 30 Prueba de normalidad para la masa magra de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Shapiro-Wilk				
GRUPOS		Estadístico	gl	Sig.
MASA MAGRA C1	A.H.	.958	10	.735
	F.V.	.883	10	.183
	Control	.887	10	.203
MASA MAGRA C2	A.H.	.918	10	.387
	F.V.	.858	10	.080
	Control	.823	10	.035
MASA MAGRA C3	A.H.	.929	10	.448
	F.V.	.926	10	.431
	Control	.793	9	.022
MASA MAGRA C4	A.H.	.963	10	.788
	F.V.	.926	10	.428
	Control	.845	8	.091
MASA MAGRA C5	A.H.	.909	10	.330
	F.V.	.924	9	.445
MASA MAGRA C6	A.H.	.898	10	.266
	F.V.	.914	10	.362
MASA MAGRA C7	A.H.	.935	10	.484
	F.V.	.930	8	.491

La prueba de igualdad de varianza muestra que el ANOVA no está plenamente justificado para las últimas tres citas ya que su probabilidad asociada al estadístico (.002 .008 .038) es menor a 0.05. Para las primeras citas es posible utilizar el ANOVA para los grupos A.H. y F.V., no así para el grupo control que no aprueba la normalidad en la segunda y tercer cita.

Tabla 31 Prueba de Levene para la masa magra de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
MASA MAGRA C1	3.157	2	27	.059
MASA MAGRA C2	2.187	2	27	.132
MASA MAGRA C3	2.750	2	26	.083
MASA MAGRA C4	2.100	2	25	.144
MASA MAGRA C5	8.440	2	20	.002
MASA MAGRA C6	6.064	2	21	.008
MASA MAGRA C7	3.995	2	17	.038

7. RESULTADOS

Las pruebas fitoquímicas dieron como resultado que *F. vesiculosus* contiene instauraciones encontradas mediante la prueba del KMnO_4 , oxhidrilos fenólicos encontrados al aplicarle la prueba del FeCl_3 , Triterpenos y compuestos esteroideos (esteroles y metilesteroles) Prueba de Liebermann-Burchard, carbohidratos mediante la prueba de Molish, cumarinas por la prueba del hidróxido de sodio al 10 %, saponinas por la prueba del bicarbonato de sodio, grupos aromáticos mediante la prueba del Ácido sulfúrico-formaldehído, sesquiterpenlactonas por la prueba de Baljet, flavonoides mediante la prueba del H_2SO_4 , compuestos de tipo flavonoide por la prueba de Shinoda y no se encontraron alcaloides utilizando la prueba de Dragendorff.

Al haber realizado el estudio fitoquímico se reitera lo encontrado en la literatura y se comprueba una vez mas que el contenido de sustancias tipo flavonoide son antioxidantes y antiinflamatorias que al agregarlo en un tratamiento de obesidad ocasionan una mejor pérdida de peso que utilizar un placebo.

En cuanto al cambio de peso en los pacientes se acepta la hipótesis propuesta de que existe una diferencia significativa entre el uso de un tratamiento dietético *per se* y el uso del mismo en combinación con 400 mg. de ácido hidroxícítrico (derivado de la *G. cambogia*) o en combinación con 300 mg. de *F. vesiculosus*.

8. DISCUSIÓN

Por todo lo expuesto anteriormente, queda como nueva línea de investigación repetir el bioensayo, ya que como se muestra más adelante en los resultados queda claro que el cambio de peso es significativo al comparar a los grupos que si incluyeron un tratamiento diferente del control, sin embargo es necesario buscar una muestra homogénea para saber si realmente el ácido hidroxycítrico es más efectivo en la pérdida de peso que el *F. vesiculosus*. Los resultados obtenidos en el estudio coincidieron con los estudios de Pamplona (Pamplona, 2002), Lenz (Lenz, 2004) y Saito (Saito, *et al.*, 2005), cabe resaltar que la mayoría de los estudios recavados coinciden en esta información.

A continuación se muestran las observaciones referentes a los cambios en las diferentes variables:

8.1 Pérdida de peso

8.1.1 Pruebas T de comparación de medias

La pérdida de peso total es altamente significativa para los tres grupos entre la primera y cuarta cita debido a que la probabilidad asociada al estadístico t es menor a 0.05 (SIG = 0.000 para todos los grupos).

Tabla 32 Prueba T de muestras relacionadas para las citas 1 y 4 de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS					t	gl	Sig.
		Media	Intervalo de confianza al 95%				
			Inferior	Superior			
A.H.	Peso total C1 - Peso total C4	5.220	4.296	6.144	12.780	9	.000
F.V.	Peso total C1 - Peso total C4	4.200	3.317	5.083	10.757	9	.000
Control	Peso total C1 - Peso total C4	2.938	1.960	3.915	7.103	7	.000

Para el grupo A.H. se observa una disminución de entre 4.296 a 6.144 Kg., para el grupo F.V. la disminución es entre 3.317 y 5.083 Kg. y en el grupo control se observó una disminución de entre 1.960 y 3.915 Kg. Pero se observa que la mayor pérdida en promedio fue la del grupo A.H. con una pérdida promedio de 5.220 Kg., seguido por el grupo F.V. con una pérdida de 4.200 Kg. y una pérdida de peso para el grupo control de 2.938.

La pérdida de peso total es altamente significativa para los dos primeros grupos entre la primera y séptima cita debido a que la probabilidad asociada al estadístico t es menor a 0.05 (SIG = 0.000 para todos los grupos), no así para el grupo control cuya probabilidad asociada es de 0.205 lo que nos indica que la hipótesis de igualdad de medias se acepta y no existe diferencia significativa entre la primera y última cita para el grupo control.

Tabla 33 Comparación de medias para la primer y última cita de mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS					t	gl	Sig.
		Media	Intervalo de confianza al 95%				
			Inferior	Superior			
A.H.	Peso total C1 - Peso total C7	8.260	6.619	9.901	11.386	9	.000
F.V.	Peso total C1 - Peso total C7	7.012	5.174	8.851	9.020	7	.000
Control	Peso total C1 - Peso total C7	4.200	-13.589	21.989	3.000	1	.205

8.1.2 Pruebas de Games-Howell para comparación de medias entre grupos

De la tabla 9 obtenemos si existen o no diferencias significativas en la media del peso total para cada tratamiento durante cada cita. Podemos verificar la evolución que se ha dado desde la primera hasta la última cita.

8.1.2.1 Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos A.H. y F.V.

De la tabla 9 tomamos la diferencia y mediante la probabilidad asociada se establece si ésta es o no significativa. Debido a que todos los valores críticos asociados al estadístico son menores a 0.05, los grupos tienen diferencias de medias desde la primera cita y continúan presentando diferencia a lo largo de ellas.

Durante la primera cita se observa que el grupo de pacientes que tuvieron el tratamiento F.V. tienen en promedio 14.700 Kg. más que los que pertenecían al grupo A.H. Esta diferencia se incrementa conforme pasa el tiempo hasta llegar a una diferencia de 19.565, lo cual significa que el grupo F.V. tiene en promedio 4.865 Kg. más que los pacientes del grupo A.H., por lo que aunque según el estudio anterior, ambos grupos obtuvieron una disminución entre la primer y última cita, podemos ver que el grupo A.H. obtuvo una mayor reducción de Kg., lo cual apoya el resultado obtenido anteriormente.

Ilustración 1 Diferencias en Kg. entre los grupos A.H. y F.V. en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León.

Games-Howell

(I) GRUPOS: A.H.

(J) GRUPOS: F.V.

Peso total	Diferencias	Significativa
C1	-14.700 *	Si
C2	-15.350 *	Si
C3	-16.240 *	Si
C4	-15.72 *	Si
C5	-17.482 *	Si
C6	-15.31 *	Si
C7	-19.565 *	Si

*. La diferencia es significativa a un nivel de 0.05

Media
GRUPOS: A.H.

Peso total	Estadístico
C1	80.320
C2	77.600
C3	76.170
C4	75.10
C5	73.840
C6	73.17
C7	72.060

Media
GRUPOS: F.V.

Peso total	Estadístico
C1	98.638
C2	96.488
C3	95.838
C4	94.28
C5	93.863
C6	92.64
C7	91.625

Usando la media aritmética vemos que el grupo A.H. tiene una reducción de 8.26 Kg. y el grupo F.V. 7.013 Kg., lo cual apoya los otros dos análisis, ya que se manifiesta nuevamente una mayor reducción en el grupo A.H.

8.1.2.2 Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos A.H. y Control

De la tabla 9 tomamos la diferencia y mediante la probabilidad asociada se establece si ésta es o no significativa. Debido a que todos los valores críticos asociados al estadístico son mayores a 0.05, los grupos no manifiestan diferencias de medias significativas en ninguna de las citas.

Peso total	Sig.
C1	.967
C2	.799
C3	.840
C4	.986
C5	.255
C6	.230
C7	.499

Ilustración 2 Diferencia de Kg. entre los grupos A.H. y Control. En mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León.

Games-Howell
(I) GRUPOS: A.H.
(J) GRUPOS: Control

Peso total	Significativa
C1	No
C2	No
C3	No
C4	No
C5	No
C6	No
C7	No

Media
GRUPOS: Control

Peso total	Estadístico
C1	83.750
C2	81.950
C3	82.250
C4	80.40
C5	79.900
C6	80.15
C7	79.550

Media
GRUPOS: A.H.

	Estadístico
C1	80.320
C2	77.600
C3	76.170
C4	75.10
C5	73.840
C6	73.17
I C7	72.060

Usando la media aritmética vemos que el grupo A.H. tiene una reducción de 8.26 Kg. y el grupo Control 4.2 Kg., lo cual apoya los otros dos análisis, ya que se manifiesta nuevamente una mayor reducción en el grupo A.H.

8.1.2.3 Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos F.V. y Control

De la tabla 9 tomamos la diferencia y mediante la probabilidad asociada se establece si ésta es o no significativa. Observamos que la probabilidad asociada es mayor a 0.05 para las citas 2, 5, 6 y 7, mientras que no se encuentran diferencias significativas para las citas 1, 3 y 4.

Peso total	Sig.
C1	.047
C2	.059
C3	.049
C4	.030
C5	.107
C6	.221
C7	.300

Ilustración 3 Diferencias de Kg. entre el grupo F.V. y Control. en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León.

Games-Howell
(I) GRUPOS: F.V.
(J) GRUPOS: Control

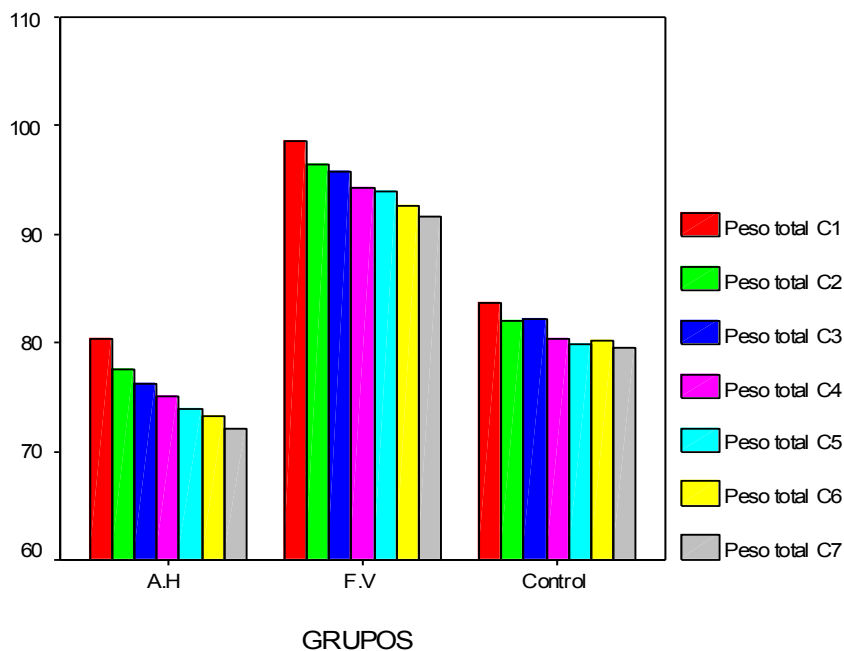
Peso total	Diferencias	Significativa
C1	13.920*	Si
C2		No
C3	14.266*	Si
C4	15.23*	Si
C5		No
C6		No
C7	12.075	No

*. La diferencia es significativa a un nivel de 0.05

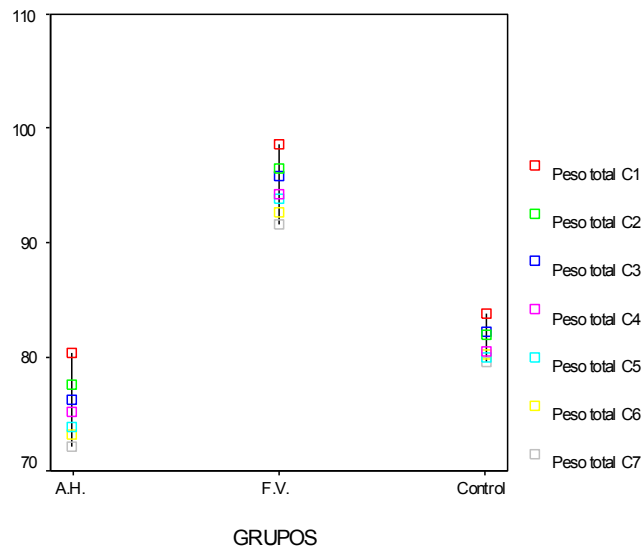
Media GRUPOS: F.V.		Media GRUPOS: Control	
Peso total	Estadístico	Peso total	Estadístico
C1	98.638	C1	83.750
C2	96.488	C2	81.950
C3	95.838	C3	82.250
C4	94.28	C4	80.40
C5	93.863	C5	79.900
C6	92.64	C6	80.15
C7	91.625	C7	79.550

Mientras que el grupo F.V. se ve con una reducción de 7.013 Kg. el grupo control manifiesta una reducción de 4.20 Kg.

Gráfica 1 Comportamiento del peso promedio en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León para cada grupo



La gráfica muestra el comportamiento del peso total durante un período de 10 semanas para cada grupo. Se observa que los grupos difieren en sus medias iniciales, con una caída mayor en el grupo A.H.



8.2 Pérdida de IMC

El índice de masa corporal en los pacientes presenta una diferencia significativa dependiendo del tratamiento aplicado durante el período de 10 semanas.

8.2.1 Pruebas T de comparación de medias

La reducción en el IMC es altamente significativa para los grupos A.H. y F.V. entre la primera y séptima cita debido a que la probabilidad asociada al estadístico t es menor a 0.05 (SIG = 0.000 para ambos grupos). La probabilidad asociada del estadístico t en el grupo control es de 0.194 lo cual nos hace aceptar la hipótesis de igualdad de medias y debemos concluir que no existen diferencias

significativas en la medición del IMC al inicio y final del tratamiento en el grupo control.

Tabla 34 Prueba T de medias relacionadas para el IMC en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS			Intervalo de confianza al 95%			t	gl	Sig.
			Media	Inferior	Superior			
A.H.	Pair 1	IMC_C1 - IMC_C7	3.270	2.602	3.938	11.079	9	.000
F.V.	Pair 1	IMC_C1 - IMC_C7	2.712	2.012	3.413	9.162	7	.000
Control	Pair 1	IMC_C1 - IMC_C7	1.750	-5.238	8.738	3.182	1	.194

La reducción del IMC es altamente significativa para los grupos A.H. y F.V. con una pérdida entre 2.602-3.938 y 2.012-3.413 puntos respectivamente, mientras que para el grupo control la diferencia no es significativa entre la primera y última cita.

Ilustración 4 Reducción del IMC en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS		Media	Diferencia	Significativa
A.H.	IMC_C1	31.680	3.270	Si .000
	IMC_C7	28.410		
F.V.	IMC_C1	37.875	2.712	Si .000
	IMC_C7	35.163		
Control	IMC_C1	33.550	1.750	No .194
	IMC_C7	31.800		

La Ilustración 4 nos muestra que en promedio la mayor reducción se vio en el grupo A.H. con 3.270 puntos, mientras que el grupo F.V. tiene una reducción de 2.712 puntos y la reducción en el grupo control no es significativa.

8.2.2 Pruebas de Games-Howell para comparación de medias entre grupos

De la tabla 14 tomamos la diferencia y mediante la probabilidad asociada se establece si ésta es o no significativa. Se han omitido las citas 3 y 4 debido a que éstas no presentan una distribución normal y por tanto no se justifica plenamente el uso de la prueba estadística.

8.2.2.1 Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos A.H. y F.V.

Todos los valores críticos asociados al estadístico son menores a 0.05, los grupos manifiestan diferencias de medias significativas en todas las citas.

Ilustración 5 Diferencias del IMC entre los grupos A.H. y F.V. en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell
(J) GRUPOS: A.H.
(I) GRUPOS: F.V.

Variable Dependiente	Diferencia de medias(I-J)	Sig.	Sig.	Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
IMC_C1	5.070	.026	Si	.641	9.499
IMC_C2	5.200	.025	Si	.693	9.707
IMC_C5	6.014	.024	Si	.844	11.185
IMC_C6	5.44	.026	Si	.66	10.22
IMC_C7	6.752	.019	Si	1.292	12.213

Media
GRUPOS: A.H.
Estadístico

IMC_C1	31.680
IMC_C2	30.770
IMC_C3	30.0350
IMC_C4	29.630
IMC_C5	29.130
IMC_C6	28.84
IMC_C7	28.410

Media
GRUPOS: F.V.
Estadístico

IMC_C1	37.875
IMC_C2	37.063
IMC_C3	36.8125
IMC_C4	36.200
IMC_C5	36.038
IMC_C6	35.56
IMC_C7	35.163

Durante la primera cita se observa una diferencia de 5.070 puntos entre el grupo A.H. y el grupo F.V., ésta diferencia se incrementa en la última cita que muestra 6.752 puntos entre ambos grupos, esto significa que aquellos pacientes que se trataron mediante el A.H. disminuyen 1.682 puntos más que aquellos que fueron tratados mediante F.V.

La media aritmética muestra una reducción de 3.27 puntos para el grupo A.H. y una diferencia de 2.712 puntos para el grupo F.V. las cuales son significativas según el estudio anterior.

8.2.2.2 Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos A.H. y Control

Todos los valores críticos asociados al estadístico son mayores a 0.05, los grupos no manifiestan diferencias de medias significativas en ninguna de las citas.

Ilustración 6 Diferencias del IMC entre los grupos A.H. y control en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell

(J) GRUPOS: A.H.

(I) GRUPOS: Control

Variable Dependiente	Diferencia de medias(I-J)	Sig.	Sig.	Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
IMC_C1	1.220	.252	No	-.670	3.110
IMC_C2	1.560	.132	No	-.395	3.515
IMC_C5	2.095	.104	No	-.464	4.654
IMC_C6	2.34	.093	No	-.44	5.11
IMC_C7	3.390	.204	No	-5.172	11.952

Media

GRUPOS: Control

Estadístico

IMC_C1	33.550
IMC_C2	32.800
IMC_C3	32.9000
IMC_C4	32.200
IMC_C5	31.950
IMC_C6	32.05
IMC_C7	31.800

Media

GRUPOS: A.H.

Estadístico

IMC_C1	31.680
IMC_C2	30.770
IMC_C3	30.0350
IMC_C4	29.630
IMC_C5	29.130
IMC_C6	28.84
IMC_C7	28.410

Los grupos a prueba no muestran una diferencia entre ellos durante la evolución del tratamiento.

8.2.2.3 Pruebas de Games-Howell comparación entre los grupos F.V. y Control

Todos los valores críticos asociados al estadístico son mayores a 0.05, los grupos no manifiestan diferencias de medias significativas en ninguna de las citas.

Ilustración 7 Diferencia de IMC en los grupos control y F.V. en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell

(J) GRUPOS: F.V.

(I) GRUPOS: Control

Variable Dependiente	Diferencia de medias(I-J)	Sig.	Sig.	Intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
IMC_C1	-3.850	.091	No	-8.281	.581
IMC_C2	-3.640	.120	No	-8.155	.875
IMC_C5	-3.919	.152	No	-9.174	1.335
IMC_C6	-3.11	.251	No	-8.04	1.83
IMC_C7	-3.363	.304	No	-9.479	2.754

Media

GRUPOS: Control

Estadístico

IMC_C1	33.550
IMC_C2	32.800
IMC_C3	32.9000
IMC_C4	32.200
IMC_C5	31.950
IMC_C6	32.05
IMC_C7	31.800

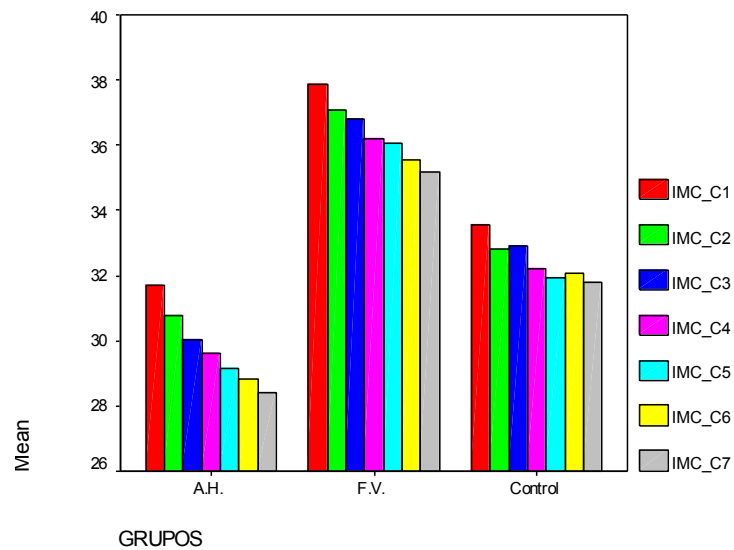
Media

GRUPOS: F.V.

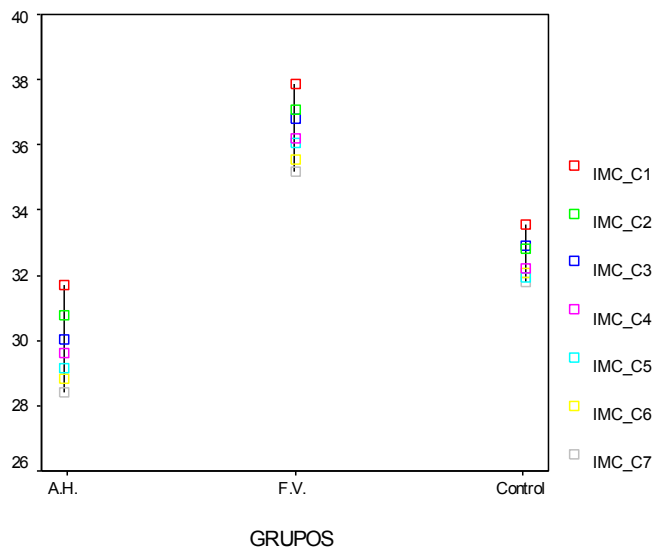
Estadístico

IMC_C1	37.875
IMC_C2	37.063
IMC_C3	36.8125
IMC_C4	36.200
IMC_C5	36.038
IMC_C6	35.56
IMC_C7	35.163

Gráfica 2 Evolución del IMC para cada grupo en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León



La gráfica muestra el comportamiento del IMC durante las 7 sesiones para cada uno de los grupos de estudio.



8.3 Circunferencia abdominal

Se tiene que para todas las pruebas existen diferencias significativas en las medidas de la circunferencia abdominal para los grupos A.H. y F.V., entre la primera y última cita, no así para el grupo control el cual no muestra diferencia alguna.

8.3.1 Pruebas T de comparación de medias

La probabilidad asociada al estadístico t de Student es .000, .000 y .372 para los grupos A.H., F.V. y control respectivamente, esto nos indica que para el primer grupo la disminución de 7.87 puntos es significativa, la reducción de 6.45 puntos para el grupo F.V. es significativa pero no así la reducción de 5.90 puntos para el grupo control. En las diferencias podemos observar que la mayor reducción la obtuvo el grupo A.H., seguido del grupo F.V.

Tabla 35 Diferencias en la circunferencia abdominal entre la primera y última cita en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS					t	gl	Sig.
		Media	Intervalo de confianza al 95%				
			Inferior	Superior			
A.H.	OMBLIGO C1 - OMBLIGO C7	7.87	5.38	10.36	7.160	9	.000
F.V.	OMBLIGO C1 - OMBLIGO C7	6.45	4.03	8.87	6.292	7	.000
Control	OMBLIGO C1 - OMBLIGO C7	5.90	-43.65	55.45	1.513	1	.372

8.3.2 Prueba de Tukey para comparación de medias entre grupos

De la tabla 18 tomamos la diferencia y mediante la probabilidad asociada se establece si ésta es o no significativa. Se han analizado las citas 5 y 7 debido a que éstas son las únicas que presentan igualdad de varianzas y por tanto se justifica plenamente el uso de la prueba estadística.

Durante la quinta cita los pacientes tratados con F.V. presentan una diferencia significativa con los otros dos grupos, 14.59 con el grupo A.H. y 17.19 con el

grupo control. Durante la última cita el grupo control no difiere de los otros dos, mientras que los grupos F.V. y A.H. aumentan su diferencia a 17.73. Por lo que se ve una mayor reducción en el grupo A.H. que en el grupo F.V. La probabilidad asociada al estadístico (0.006) muestra una diferencia significativa entre el grupo A.H. y F.V. y no así con el placebo el cual no difiere significativamente con ninguno de los otros dos grupos. Las mujeres tratadas con F.V. presentaron mayor circunferencia abdominal, es decir mayor concentración de grasa abdominal que las tratadas con A.H. La diferencia entre los grupos F.V. y A.H. es entre 5.20 y 30.26 en la última cita, sin embargo esto puede ser engañoso ya que anteriormente se mostró que en la primera cita presentaban una diferencia de 2.85 y 23.77 unidades. Una comparación entre muestras relacionadas que estos dos grupos redujeron unidades parecidas en la circunferencia abdominal.

Ilustración 8 Prueba de Tukey para las citas quinta y séptima en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Tukey HSD

Variable dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia entre medias (I-J)	Sig.	Difieren
OMBLIGO C5	A. H.	F. V.	-14.59*	.016	Si
		Control	2.60	.906	No
	F. V.	A. H.	14.59*	.016	Si
		Control	17.19*	.031	Si
	Control	A. H.	-2.60	.906	No
		F. V.	-17.19*	.031	Si
OMBLIGO C7	A. H.	F. V.	-17.73*	.006	Si
		Control	-4.22	.858	No
	F. V.	A. H.	17.73*	.006	Si
		Control	13.51	.249	No
	Control	A. H.	4.22	.858	No
		F. V.	-13.51	.249	No

*. Las medias difieren a un nivel de 0.05

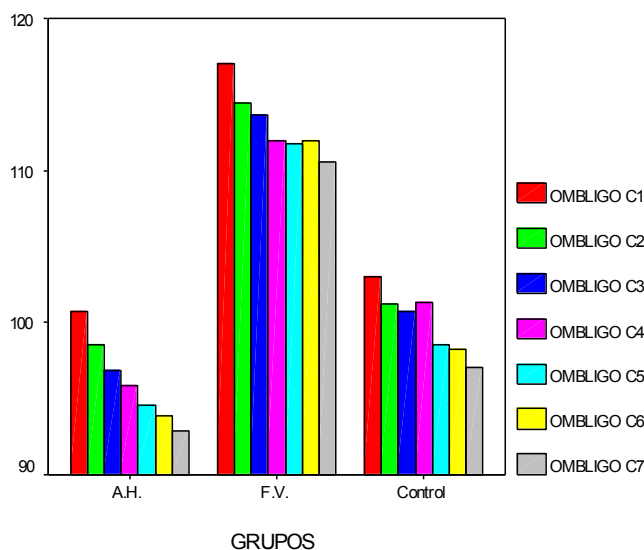
	Media		
	GRUPOS		
	A.H.	F.V.	Control
OMBLIGO C1	100.75	113.35	99.62
OMBLIGO C2	98.59	111.02	98.43
OMBLIGO C3	96.87	110.27	95.30
OMBLIGO C4	95.84	108.66	95.09
OMBLIGO C5	94.60	109.19	92.00
OMBLIGO C6	93.870	107.590	92.350
OMBLIGO C7	92.88	110.61	97.10

Tukey HSD

(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Intervalo Confianza 95%	
		Límite Inferior	Límite Superior
A.H.	F.V.	-30.26	-5.20
	Control	-24.68	16.24
F.V.	A.H.	5.20	30.26
	Control	-7.37	34.40
Control	A.H.	-16.24	24.68
	F.V.	-34.40	7.37

Podemos observar la evolución entre grupos por el período de 10 semanas, para el grupo A.H. encontramos la reducción de 100.75 a 92.88, para el grupo F.V. de 113.35 a 110.61 y del grupo control de 99.62 a 97.10. Según el estudio anterior estas reducciones son únicamente significativas para los grupos A.H. y F.V. y no así para el grupo control.

Gráfica 3 Evolución de la medición de la circunferencia abdominal en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León



El gráfico muestra la evolución de los grupos en cada cita.

8.4 Evolución de la cadera

8.4.1 Pruebas T de comparación de medias

Tabla 36 Prueba T de muestras relacionadas para la cadera en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

grupos		Media	Desviación estándar	Error de la media	Intervalo de confianza al 95%		t	gl	Sig.
					Inferior	Superior			
A.H.	CADERA C1 - CADERA C7	6.1300	3.0416	.9618	3.9542	8.3058	6.373	9	.000
F.V.	CADERA C1 - CADERA C7	5.3625	2.2456	.7939	3.4851	7.2399	6.754	7	.000
Contro	CADERA C1 - CADERA C7	2.1500	1.9092	1.3500	-15.0034	19.3034	1.593	1	.357

Para el grupo A.H. entre la primera y última cita tenemos una diferencia de medias de 6.1300 con una desviación de 3.0416 y un error en la media de 0.9618, podemos estimar con una confianza del 95%, que la verdadera diferencia entre las medias se encuentra entre 3.9542 y 8.3058 unidades, el valor del estadístico t es de 6.373 con 9 grados de libertad y un nivel crítico de 0.000, por lo que podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluir que la cadera entre la primera y última cita ha disminuido.

Para el grupo F.V. entre la primera y última cita tenemos una diferencia de medias de 5.3625 con una desviación de 2.2456 y un error en la media de 0.7939, podemos estimar con una confianza del 95%, que la verdadera diferencia entre las medias se encuentra entre -15.0034 y 19.3034 unidades, el valor del estadístico t es de 1.593 con 1 grado de libertad y un nivel crítico de 0.000, por lo que no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluir que la cadera entre la primera y última cita no ha tenido cambio significativo.

Para el grupo control entre la primera y última cita tenemos una diferencia de medias de 2.1500 con una desviación de 1.9092 y un error en la media de 1.3500, podemos estimar con una confianza del 95%, que la verdadera diferencia entre las medias se encuentra entre 3.9542 y 8.3058 unidades, el valor del estadístico t es de 6.373 con 9 grados de libertad y un nivel crítico de 0.000, por lo que podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluir que la cadera entre la primera y última cita ha disminuido.

8.4.2 Prueba de Tukey para comparación de medias entre grupos

Tabla 37 Prueba de Tukey para la diferencia de la cadera entre grupos en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Tukey HSD

(J) grupos: A.H.

Variable dependiente	(I) grupos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CADERA C1	F.V.	10.2800*	2.9194	.004	3.042	17.518
	Control	-1.2500	2.9194	.904	-8.488	5.988
CADERA C2	F.V.	10.840*	2.955	.003	3.51	18.17
	Control	-.750	2.955	.965	-8.08	6.58
CADERA C3	F.V.	10.8800*	2.9949	.003	3.438	18.322
	Control	-.7000	3.0770	.972	-8.346	6.946
CADERA C4	F.V.	10.1200*	2.8689	.005	2.974	17.266
	Control	-1.9900	3.0429	.792	-9.569	5.589
CADERA C7	F.V.	13.387*	3.098	.001	5.44	21.34
	Control	-1.850	5.059	.929	-14.83	11.13

*. Las medias difieren significativamente a un nivel de 0.05

La tabla 35 muestra el resultado obtenido con el procedimiento de Tukey. De acuerdo con el procedimiento, para la primera cita el grupo A.H. difiere del tratamiento con F.V. (SIG. = 0.004) esta diferencia es de 10.2800 unidades y podemos asegurar con un 95% de confianza que esta diferencia se encuentra entre 3.042 y 17.518 unidades. Con respecto al grupo control no hay diferencia

significativa ya que su valor crítico es de 0.904 y por tanto no se rechaza la hipótesis de igualdad de medias.

En la cita 2 el grupo A.H. y F.V. muestran una diferencia de 10.840 puntos la cual es significativa debido a que su valor crítico es menor a 0.05 (SIG. = 0.003) y en un intervalo de confianza del 95% de entre 3.51 y 18.17 unidades. Con respecto a la diferencia entre el A.H. y el grupo control la diferencia no es significativa.

8.4.3 Prueba de Games-Howell para comparación de medias entre grupos

Tabla 38 Comparación de medias entre grupos para la quinta y sexta cita en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell
(J) GRUPOS: A.H.

Variable dependiente	(I) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
CADERA C5	F.V.	11.074*	.018	1.954	20.195
	Control	-.645	.956	-6.804	5.514
CADERA C6	F.V.	10.28*	.017	1.80	18.76
	Control	5.00E-02	1.000	-6.02	6.12

*. Las medias difieren en un nivel de 0.05

En la quinta cita el grupo A.H. difiere significativamente del grupo F.V. en 11.074 puntos (SIG.=0.018) y en un intervalo de confianza de 1.954-20.195. En cuanto al grupo control este no difiere significativamente con el grupo A.H. (SIG.=0.956).

En la sexta cita el grupo A.H. difiere significativamente del grupo F.V. en 10.28 puntos (SIG.=0.017) y en un intervalo de confianza de 1.80-18.76. En cuanto al grupo control este no difiere significativamente con el grupo A.H. (SIG.=1).

8.5 Pérdida de la masa grasa

8.5.1 Pruebas T de comparación de medias

Tabla 39 Prueba T de medias para la masa grasa en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS							t	gl	Sig.
		Media	Desviación típica	Error de la media	Intervalo de confianza al 95%				
					Inferior	Superior			
A.H.	MASA GRASA C1 - MASA GRASA C7	5.350	3.228	1.021	3.041	7.659	5.241	9	.001
F.V.	MASA GRASA C1 - MASA GRASA C7	5.938	2.611	.923	3.754	8.121	6.431	7	.000
Control	MASA GRASA C1 - MASA GRASA C7	2.600	1.273	.900	-8.836	14.036	2.889	1	.212

Para el grupo A.H. entre la primera y última cita tenemos una diferencia de medias de 5.350 con una desviación de 3.228 y un error en la media de 1.021, podemos estimar con una confianza del 95%, que la verdadera diferencia entre las medias se encuentra entre 3.041 y 7.659 unidades, el valor del estadístico t es de 5.241 con 9 grados de libertad y un nivel crítico de 0.001, por lo que podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluir que la cadera entre la primera y última cita ha disminuido.

Para el grupo F.V. entre la primera y última cita tenemos una diferencia de medias de 5.938 con una desviación de 2.611 y un error en la media de 0.923, podemos estimar con una confianza del 95%, que la verdadera diferencia entre las medias se encuentra entre 3.754 y 8.121 unidades, el valor del estadístico t es

de 6.431 con 7 grados de libertad y un nivel crítico de 0.000, por lo que podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluir que la cadera entre la primera y última cita ha disminuido.

Para el grupo control entre la primera y última cita tenemos una diferencia de medias de 2.600 con una desviación de 1.273 y un error en la media de 0.900, podemos estimar con una confianza del 95%, que la verdadera diferencia entre las medias se encuentra entre -8.836 y 14.036 unidades, el valor del estadístico t es de 2.889 con 1 grados de libertad y un nivel crítico de 0.212, por lo que no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluir que la cadera entre la primera y última cita ha permanecido sin cambio significativo.

8.5.2 Prueba de Games-Howell para comparación de medias entre grupos

Tabla 40 Comparación de la masa grasa entre grupos en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell
(J) GRUPOS: A.H.

Variable dependiente	(I) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MASA GRASA C1	F.V.	12.240*	3.126	.010	3.092	21.388
	Control	1.820	3.126	.670	-3.630	7.270
MASA GRASA C2	F.V.	12.45*	3.17	.012	2.88	22.02
	Control	2.13	3.17	.536	-2.91	7.17
MASA GRASA C3	F.V.	12.25*	3.10	.010	3.10	21.40
	Control	2.23	3.18	.537	-3.11	7.57
MASA GRASA C4	F.V.	11.790*	3.239	.020	1.966	21.614
	Control	1.585	3.435	.682	-3.282	6.452
MASA GRASA C5	F.V.	13.120*	3.554	.020	2.269	23.971
	Control	3.570	4.577	.354	-3.836	10.976
MASA GRASA C6	F.V.	10.870*	3.734	.045	.242	21.498
	Control	3.990	4.940	.273	-2.924	10.904
MASA GRASA C7	F.V.	14.257*	3.793	.020	2.539	25.976
	Control	5.520	6.193	.559	-40.981	52.021

*. Las medias difieren significativamente a un nivel de 0.05

Para la primera cita el grupo A.H. y el grupo F.V. difieren en 12.240 unidades con un error típico de 3.126, como la probabilidad asociada es de 0.010 podemos asegurar con un 95% de confianza que la diferencia es significativa y que ésta se encuentra entre 3.092 y 21.388 unidades. Para el grupo control encontramos una diferencia de 1.820 con respecto al grupo A.H. y con un valor crítico de 0.670 el cual es mayor a 0.05 y por tanto la hipótesis de igualdad de medias no puede ser rechazada y debemos concluir que no existe diferencia significativa entre las medias.

Para la segunda cita el grupo A.H. y el grupo F.V. difieren en 12.450 unidades con un error típico de 3.17, como la probabilidad asociada es de 0.012 podemos asegurar con un 95% de confianza que la diferencia es significativa y que ésta se encuentra entre 2.88 y 22.020 unidades. Para el grupo control encontramos una diferencia de 1.13 con respecto al grupo A.H. y con un valor crítico de 0.536 el cual es mayor a 0.05 y por tanto la hipótesis de igualdad de medias no puede ser rechazada y debemos concluir que no existe diferencia significativa entre las medias.

Para la tercer cita el grupo A.H. y el grupo F.V. difieren en 12.250 unidades con un error típico de 3.10, como la probabilidad asociada es de 0.010 podemos asegurar con un 95% de confianza que la diferencia es significativa y que ésta se encuentra entre 3.10 y 21.40 unidades. Para el grupo control encontramos una diferencia de 2.23 con respecto al grupo A.H. y con un valor crítico de 0.537 el cual es mayor a 0.05 y por tanto la hipótesis de igualdad de medias no puede ser rechazada y debemos concluir que no existe diferencia significativa entre las medias.

Para la cuarta cita el grupo A.H. y el grupo F.V. difieren en 11.790 unidades con un error típico de 3.239, como la probabilidad asociada es de 0.020 podemos asegurar con un 95% de confianza que la diferencia es significativa y

que ésta se encuentra entre 1.966 y 21.614 unidades. Para el grupo control encontramos una diferencia de 1.585 con respecto al grupo A.H. y con un valor crítico de 0.682 el cual es mayor a 0.05 y por tanto la hipótesis de igualdad de medias no puede ser rechazada y debemos concluir que no existe diferencia significativa entre las medias.

Para la quinta cita el grupo A.H. y el grupo F.V. difieren en 13.120 unidades con un error típico de 3.554, como la probabilidad asociada es de 0.020 podemos asegurar con un 95% de confianza que la diferencia es significativa y que ésta se encuentra entre 2.269 y 23.971 unidades. Para el grupo control encontramos una diferencia de 3.570 con respecto al grupo A.H. y con un valor crítico de 0.354 el cual es mayor a 0.05 y por tanto la hipótesis de igualdad de medias no puede ser rechazada y debemos concluir que no existe diferencia significativa entre las medias.

Para la sexta cita el grupo A.H. y el grupo F.V. difieren en 10.870 unidades con un error típico de 3.734, como la probabilidad asociada es de 0.045 podemos asegurar con un 95% de confianza que la diferencia es significativa y que ésta se encuentra entre .242 y 21.498 unidades. Para el grupo control encontramos una diferencia de 3.990 con respecto al grupo A.H. y con un valor crítico de 0.273 el cual es mayor a 0.05 y por tanto la hipótesis de igualdad de medias no puede ser rechazada y debemos concluir que no existe diferencia significativa entre las medias.

Para la séptima cita el grupo A.H. y el grupo F.V. difieren en 14.257 unidades con un error típico de 3.793, como la probabilidad asociada es de 0.020 podemos asegurar con un 95% de confianza que la diferencia es significativa y que ésta se encuentra entre 2.539 y 25.976 unidades. Para el grupo control encontramos una diferencia de 5.520 con respecto al grupo A.H. y con un valor

crítico de 0.559 el cual es mayor a 0.05 y por tanto la hipótesis de igualdad de medias no puede ser rechazada y debemos concluir que no existe diferencia significativa entre las medias.

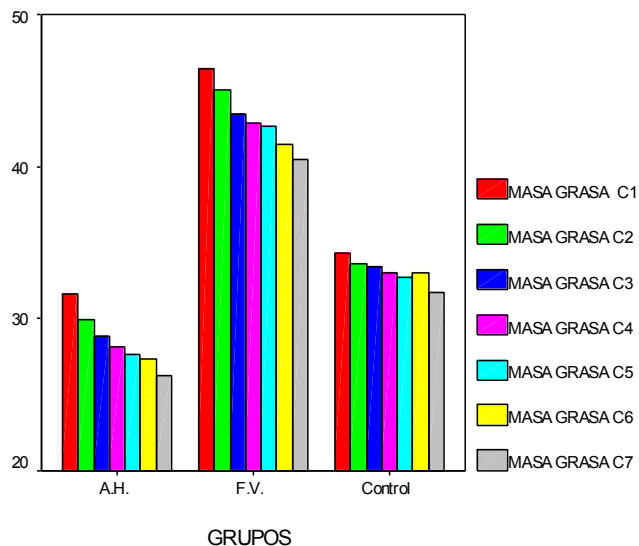
Los grupos A.H. y F.V. han diferido desde la primera cita y esta diferencia se ha ido incrementando desde 12.240 hasta 14.257.

Ilustración 9 Evolución de la masa grasa durante las citas en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Media	GRUPOS		
	A.H.	F.V.	Control
MASA GRASA C1	31.580	43.820	33.400
MASA GRASA C2	29.97	42.42	32.10
MASA GRASA C3	28.86	41.11	31.09
MASA GRASA C4	28.190	39.980	29.775
MASA GRASA C5	27.680	40.800	31.250
MASA GRASA C6	27.310	38.180	31.300
MASA GRASA C7	26.230	40.488	31.750

El grupo A.H. ha obtenido una mayor reducción de masa grasa que el grupo F.V. y que el grupo control.

Gráfica 4 Cambios en la masa grasa durante el período de tratamiento en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León



8.6 Pérdida de la masa magra

8.6.1 Pruebas T de comparación de medias

Tabla 41 Prueba T para la comparación de medias en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

MASA MAGRA C1 - MASA MAGRA C7								
GRUPOS						t	gl	Sig.
	Media	Desviación típica	Error de la media	Intervalo de confianza al 95%				
				Inferior	Superior			
A.H.	2.910	2.348	.743	1.230	4.590	3.919	9	.004
F.V.	1.075	1.653	.585	-.307	2.457	1.839	7	.108
Control	1.750	.495	.350	-2.697	6.197	5.000	1	.126

Para el grupo A.H. entre la primera y última cita tenemos una diferencia de medias de 2.348 con una desviación de 2.348 y un error en la media de 0.743, podemos estimar con una confianza del 95%, que la verdadera diferencia entre

las medias se encuentra entre 1.230 y 4.590 unidades, el valor del estadístico t es de 3.1919 con 9 grados de libertad y un nivel crítico de 0.004, por lo que podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluir que la masa magra entre la primera y última cita ha disminuido.

Para el grupo F.V. entre la primera y última cita tenemos una diferencia de medias de 1.075 con una desviación de 1.653 y un error en la media de 0.585, el valor del estadístico t es de 1.839 con 7 grados de libertad y un valor crítico de 0.108, por lo que no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y debemos concluir que la masa grasa entre la primera y última cita no ha disminuido significativamente.

Para el grupo control entre la primera y última cita tenemos una diferencia de medias de 1.750 con una desviación de 0.495 y un error en la media de 0.350, el valor del estadístico t es de 5.000 con 1 grado de libertad y un valor crítico de 0.126 el cual es mayor a 0.05, por lo que no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y debemos concluir que la masa grasa entre la primera y última cita no ha disminuido significativamente.

El único grupo que presenta diferencia significativa en su reducción de masa magra es el A.H.

8.6.2 Prueba de comparación de medias entre grupos

Tabla 42 Prueba de comparación de diferencia de medias entre grupos en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

(J) GRUPOS: A.H.

(I) GRUPOS: F.V.

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MASA MAGRA C1	Tukey HSD	2.460	1.761	.357	-1.906	6.826
	Games-Howell	2.460	1.761	.387	-2.248	7.168
MASA MAGRA C2	Tukey HSD	2.900	1.682	.215	-1.270	7.070
	Games-Howell	2.900	1.682	.229	-1.460	7.260
MASA MAGRA C3	Tukey HSD	3.970	1.809	.091	-.525	8.465
	Games-Howell	3.970	1.809	.099	-.682	8.622
MASA MAGRA C4	Tukey HSD	3.934	1.645	.062	-.163	8.031
	Games-Howell	3.934	1.645	.070	-.303	8.171
MASA MAGRA C5	Tukey HSD	4.351*	1.675	.044	.113	8.589
	Games-Howell	4.351	1.675	.090	-.639	9.341
MASA MAGRA C6	Tukey HSD	4.440*	1.584	.028	.447	8.433
	Games-Howell	4.440*	1.584	.048	.029	8.851
MASA MAGRA C7	Tukey HSD	5.308*	1.633	.012	1.117	9.498
	Games-Howell	5.308*	1.633	.033	.444	10.171

*. Las medias difieren a un nivel de 0.05

Para las cuatro primeras citas el estadístico tomado es el de Tukey debido a que la prueba de igualdad de varianzas muestra que este supuesto es aceptado.

Para la primera cita la diferencia de medias es de 2.460 con un error típico de 1.761 el valor crítico es de 0.357 que es mayor a 0.05 por lo que no se encuentra que la diferencia sea significativa por lo que no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre estos grupos y tendremos que concluir que sus medias no difieren significativamente.

Para la segunda cita la diferencia de medias es de 2.900 con un error típico de 1.682 y el valor crítico es de 0.215 que es mayor a 0.05 por lo que no se encuentra que la diferencia sea significativa por lo que no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre estos grupos y tendremos que concluir que sus medias no difieren significativamente.

Para la tercer cita la diferencia de medias es de 3.970 con un error típico de 1.809 y el valor crítico es de 0.091 que es mayor a 0.05 por lo que no se encuentra que la diferencia sea significativa por lo que no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre estos grupos y tendremos que concluir que sus medias no difieren significativamente.

Para la cuarta cita la diferencia de medias es de 3.934 con un error típico de 1.645 y el valor crítico es de 0.062 que es mayor a 0.05 por lo que no se encuentra que la diferencia sea significativa por lo que no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre estos grupos y tendremos que concluir que sus medias no difieren significativamente.

Para las tres últimas citas el estadístico tomado es el de Games-Howell debido a que la prueba de igualdad de varianza muestra que este supuesto es rechazado.

Para la quinta cita la diferencia de medias es de 4.351 con un error típico de 1.675 y el valor crítico es de 0.090 que es mayor a 0.05 por lo que no se encuentra que la diferencia sea significativa por lo que no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre estos grupos y tendremos que concluir que sus medias no difieren significativamente.

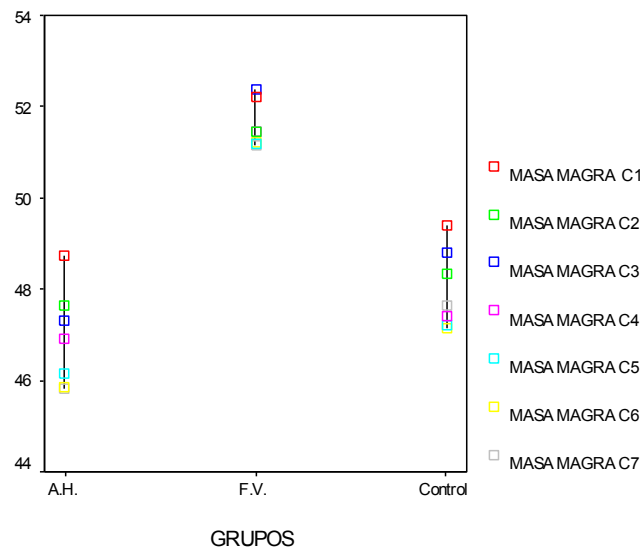
Para la sexta cita la diferencia de medias es de 4.440 con un error típico de 1.675 y el valor crítico es de 0.048 que es menor a 0.05 por lo que se encuentra que la diferencia es significativa por tanto debemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre estos grupos y tendremos que concluir que sus medias difieren significativamente entre .0298 y 8.851 puntos.

Para la séptima cita la diferencia de medias es de 5.308 con un error típico de 1.633 y un valor crítico de 0.033 que es menor a 0.05 por tanto debemos

rechazar la hipótesis de igualdad de medias entre estos grupos y tendremos que concluir que sus medias difieren significativamente entre .444 y 10.171 unidades.

Los grupos A.H. y F.V. difieren al último del tratamiento viendo que el grupo A.H. tiene una mayor reducción de masa magra.

Gráfica 5 Comportamiento de la masa magra durante el período de tratamiento en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León



8.7 Pérdida de Kg. de agua

8.7.1 Pruebas T de comparación de medias

Tabla 43 Prueba T para la pérdida de Kg. de agua en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS						t	gl	Sig.	
		Media	Desviación estándar	Error típico	Intervalo de confianza al 95%				
					Inferior				Superior
A.H.	KG. AGUA C1 - KG. AGUA C7	2.130	1.722	.544	.898	3.362	3.912	9	.004
F.V.	KG. AGUA C1 - KG. AGUA C7	.825	1.196	.423	-.175	1.825	1.951	7	.092
Control	KG. AGUA C1 - KG. AGUA C7	1.250	.354	.250	-1.927	4.427	5.000	1	.126

El grupo A.H. presenta una diferencia de medias de 2.130 con una desviación de 1.722 y un error en la medición de 0.544, el estadístico t es de 3.912 con 9 grados de libertad y una probabilidad asociada a el de 0.004 la cual es menor a 0.05 y debemos rechazamos la hipótesis de igualdad de medias y por tanto concluimos que existe una reducción significativa entre la primer y última cita.

El grupo F.V. presenta una diferencia de medias de 0.825 con una desviación de 1.196 y un error en la medición de 0.423, el estadístico t es de 1.951 con 7 grados de libertad y una probabilidad asociada a el de 0.092 la cual es mayor a 0.05 y por tanto no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias y debemos concluimos que no existe una reducción significativa entre la primer y última cita.

El grupo control presenta una diferencia de medias de 1.250 con una desviación de 0.354 y un error en la medición de 0.250, el estadístico t es de 5.000 con 1 grado de libertad y una probabilidad asociada a el de 0.126 la cual es mayor a 0.05 y por tanto no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias

y debemos concluimos que no existe una reducción significativa entre la primer y última cita.

8.7.2 Prueba de comparación de medias entre grupos

Tabla 44 Prueba de comparación de medias entre grupos en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Games-Howell

Variable dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
KG. AGUA C1	A.H.	F.V.	-2.552	1.343	.233	-6.509	1.404
		Control	-.490	2.193	.774	-2.443	1.463
	F.V.	A.H.	2.552	1.343	.233	-1.404	6.509
		Control	2.063	2.238	.310	-1.736	5.861
	Control	A.H.	.490	2.193	.774	-1.463	2.443
		F.V.	-2.063	2.238	.310	-5.861	1.736
KG. AGUA C7	A.H.	F.V.	-3.858*	1.191	.033	-7.392	-.323
		Control	-1.370	1.944	.208	-3.504	.764
	F.V.	A.H.	3.858*	1.191	.033	.323	7.392
		Control	2.488	1.985	.167	-1.016	5.991
	Control	A.H.	1.370	1.944	.208	-.764	3.504
		F.V.	-2.488	1.985	.167	-5.991	1.016

*. Las medias difieren significativamente a un nivel de 0.05

Para la primer cita se observa que entre el grupo A.H. y el grupo F.V. difieren en -2.552 unidades con un error de 1.343 y un valor crítico de 0.233 el cual es mayor a 0.05 y por tanto no es rechazada la hipótesis de igualdad de medias y debemos concluir que los grupos no difieren entre si.

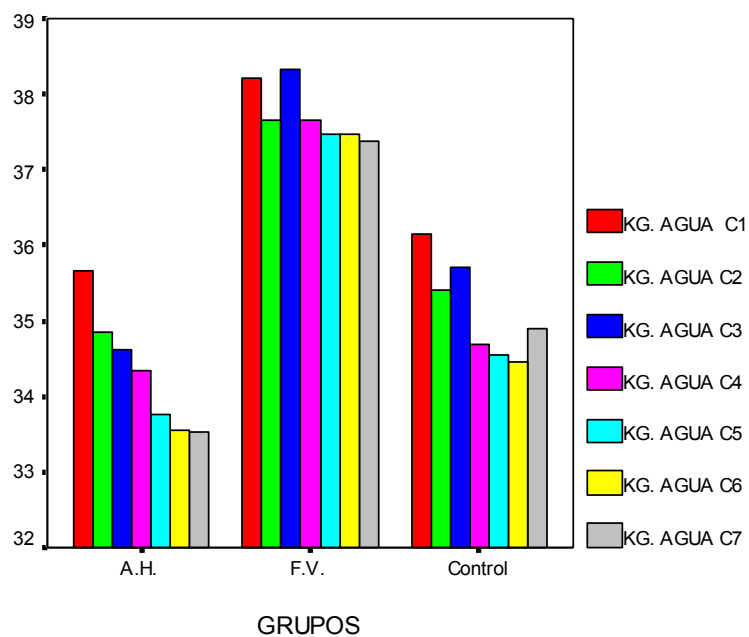
El grupo A.H. tiene una diferencia de -.490 unidades con respecto al grupo control pero su probabilidad asociada es de 0.774 y por tanto esta diferencia no es significativa. El grupo F.V. y el grupo control tienen una diferencia de 2.063 pero su probabilidad asociada es de 0.310 que es mayor a 0.05 y por tanto debemos rechazar que esta diferencia sea significativa.

Para la séptima cita encontramos que la diferencia entre los grupos A.H. y F.V. es significativa a un nivel de 0.05 ya que su valor crítico es de 0.033 y por tanto podemos decir con un 95% de confianza que esta diferencia se encuentra

entre -7.392 y -0.323 unidades mostrando una mayor disminución en el grupo A.H.

El grupo control no difiere significativamente con ningún otro grupo ya que los valores críticos son de 0.208 y 0.167 los cuales son mayores a 0.05 y no podemos rechazar la hipótesis de igualdad de medias.

Gráfica 6 Evolución del contenido de agua en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León



8.8 Pérdida de porcentaje de grasa

8.8.1 Pruebas T de comparación de medias

Tabla 45 Prueba T para el porcentaje de grasa en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

GRUPOS		Media	Desviación típica	Error de la media	Intervalo de confianza al 95%		t	gl	Sig.
					Inferior	Superior			
A.H.	% GRASA C1 - % GRASA C7	3.030	3.789	1.198	.320	5.740	2.529	9	.032
F.V.	% GRASA C1 - % GRASA C7	3.262	2.882	1.019	.853	5.672	3.201	7	.015
Control	% GRASA C1 - % GRASA C7	1.100	.990	.700	-7.794	9.994	1.571	1	.361

El grupo A.H. tiene una diferencia significativa (SIG. = 0.032) de 3.030 unidades entre la primera y última cita por lo que podemos decir con un 95% de confianza que existe una reducción de entre 0.320 y 5.740 unidades de % de grasa.

El grupo F.V. tiene una diferencia significativa (SIG. = 0.015) de 3.262 unidades entre la primera y última cita por lo que podemos decir con un 95% de confianza que existe una reducción de entre 0.853 y 5.672 unidades de % de grasa.

El grupo control tiene una diferencia no significativa (SIG. = 0.361) de 1.100 unidades entre la primera y última cita por lo debemos concluir que no existe diferencia entre la primera y última cita.

8.8.2 Prueba de comparación de medias entre grupos

Tabla 46 Prueba de Tukey para el porcentaje de grasa en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Tukey HSD

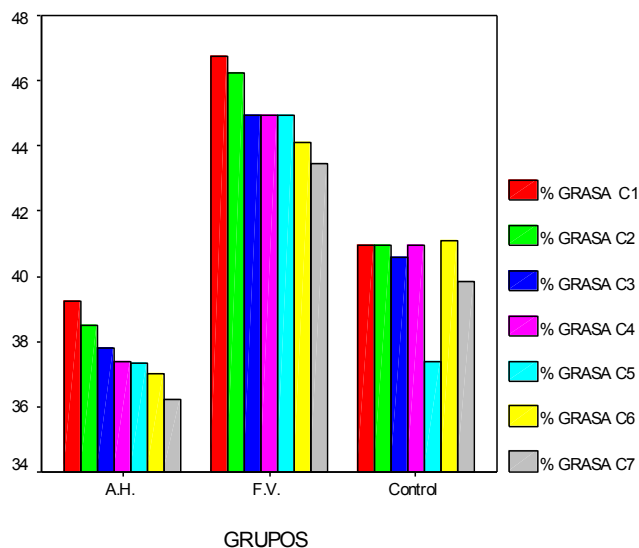
Variable dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
% GRASA C1	A.H.	F.V.	-6.410*	1.507	.001	-10.147	-2.673
		Control	-1.710	1.507	.502	-5.447	2.027
	F.V.	A.H.	6.410*	1.507	.001	2.673	10.147
		Control	4.700*	1.507	.012	.963	8.437
	Control	A.H.	1.710	1.507	.502	-2.027	5.447
		F.V.	-4.700*	1.507	.012	-8.437	-.963
% GRASA C7	A.H.	F.V.	-7.255*	2.347	.017	-13.276	-1.234
		Control	-3.630	3.832	.619	-13.461	6.201
	F.V.	A.H.	7.255*	2.347	.017	1.234	13.276
		Control	3.625	3.911	.631	-6.409	13.659
	Control	A.H.	3.630	3.832	.619	-6.201	13.461
		F.V.	-3.625	3.911	.631	-13.659	6.409

*. Las medias difieren significativamente a un nivel de 0.05

Sólo los grupos F.V. y A.H. muestran diferencias significativas para ambas citas. En la primer cita estos grupos difieren en -6.410 unidades y en la última cita difieren en -7.255, por lo que se ve una mayor reducción para el grupo A.H.

El grupo control no presenta diferencia significativa hacia ninguno de los otros dos grupos.

Gráfica 7 Porcentaje de grasa en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León



8.9 Análisis de la glucosa

Tabla 47 Prueba de Tukey para la glucosa en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

Tukey HSD

Variable dependiente	(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
GLUCOSA C1	A.H.	F.V.	-12.2000*	4.1790	.019	-22.5616	-1.8384
		Control	-6.5000	4.1790	.282	-16.8616	3.8616
	F.V.	A.H.	12.2000*	4.1790	.019	1.8384	22.5616
		Control	5.7000	4.1790	.373	-4.6616	16.0616
	Control	A.H.	6.5000	4.1790	.282	-3.8616	16.8616
		F.V.	-5.7000	4.1790	.373	-16.0616	4.6616
GLUCOSA C7	A.H.	F.V.	-12.1500*	4.0395	.021	-22.5129	-1.7871
		Control	-6.4000	6.5965	.605	-23.3225	10.5225
	F.V.	A.H.	12.1500*	4.0395	.021	1.7871	22.5129
		Control	5.7500	6.7325	.676	-11.5215	23.0215
	Control	A.H.	6.4000	6.5965	.605	-10.5225	23.3225
		F.V.	-5.7500	6.7325	.676	-23.0215	11.5215

*. La medias difieren significativamente a un nivel de 0.05

El grupo A.H. difiere significativamente con el grupo F.V. en -12.2000 unidades (SIG. = 0.019) y podemos afirmar con un 95% de confianza que esa diferencia se encuentra entre -22.5616 y -1.8384 unidades para la primera cita. En cuanto al grupo control, este no difiere significativamente con ninguno de los grupos.

Para la séptima cita los grupos A.H. y F.V. tienen una probabilidad asociada al estadístico de 0.021, lo que muestra una diferencia significativa entre el grupo A.H. y F.V. de 12.1500 unidades y no así con el placebo el cual no difiere significativamente con ninguno de los grupos. Se muestra una diferencia de entre 1.7871 y 22.5129 unidades entre los tratamientos A.H. y F.V.

8.10 Resumen comparativo

Ilustración 10 Cuadro comparativo de las reducciones en los diferentes ítems en mujeres adultas obesas del Estado de Nuevo León

	Reducción			Mayor reducción		
	GRUPOS			GRUPOS		
	A. H.	F. V.	Control	A. H.	F. V.	Control
IMC_C1 - IMC_C7	3.270	2.71	1.750	1	2	3
% GRASA C1 - % GRASA C7	3.030	3.26	1.100	2	1	3
CADERA C1 - CADERA C7	6.130	5.36	2.150	1	2	3
KG. AGUA C1 - KG. AGUA C7	2.130	.825	1.250	1	2	3
MASA GRASA C1 - MASA GRASA C7	5.350	5.94	2.600	2	1	3
MASA MAGRA C1 - MASA MAGRA C7	2.910	1.07	1.750	1	2	3
OMBLIGO C1 - OMBLIGO C7	7.87	6.45	5.90	1	2	3
Peso total C1 - Peso total C7	8.260	7.01	4.200	1	2	3

El resumen muestra que el grupo que presentó una mayor reducción en el IMC, la cadera, los kg. de agua, la masa magra, la circunferencia abdominal y el peso total, fueron aquellos que fueron tratados con el ácido hidroxícitrico. Con lo que respecta al porcentaje de grasa y la masa grasa el grupo tratado con *F. vesiculosus* presentan mayor reducción que el otro grupo. El grupo control aunque muestra reducción en todos los ítems, éstas no son significativas.

9. CONCLUSIONES

En este estudio se mostró que tanto el *F. vesiculosus* como el ácido hidroxicítrico participan en la pérdida de masa grasa aunque en el caso del *F. vesiculosus* no se elucida cual es su mecanismo de acción, por lo cual esta línea de investigación continúa abierta.

La obesidad es sin duda una pandemia que se presenta cada vez mas y definitivamente ni el *F. vesiculosus* ni la *Garcinia cambogia* son la respuesta total al problema; ya que es un problema multifactorial. Sin embargo dentro de esos factores que pueden jugar un papel como parte del tratamiento se encuentran las plantas y sus derivados.

En este caso se sospecha de los flavonoides, sustancia que se encuentra en el *Fucus vesiculosus* con actividad antiinflamatoria; el ácido hidroxicítrico demostró poder ser un tratamiento coadyuvante en la obesidad

Se espera que la presente tesis exhorta a emprender nuevas investigaciones con referencia al papel de las plantas dentro del tratamiento de obesidad.

El estudio encontró que existe una directa relación entre los componentes encontrados y lo rescatado bibliográficamente.

10. LITERATURA CITADA

1. Aronne, L, Seidell JC, Kahn HS, Lissner L, Valdez-Moreno, R. 2001. Cómo detener la epidemia de obesidad. *Atención médica*. 14 (12): 46-55
2. Alvarenga-Ruiz J, Sánchez RL, Berber A. 1999. Trascendencia médica y social de la obesidad. *Gaceta Médica de México*. 135 (5):18-23.
3. Broom, I., Cassiman D, Roelants M, Vandenplasse G, Kanitra L, Rissanen A. 2002. The role of orlistat in treatment of obese patients with mild to moderate hypercholesterolaemia: consequences for coronary risk. *The British Journal of Cardiology*. 9 (8): 7-14
4. Anónimo. 1999. *G. cambogia* ineffective. *Nutrition Forum*. 16 (1):6
5. Bastarrachea-Fernández R., Martínez-Bárbara, Martínez-Luna J. 1993. Péptidos en el tratamiento de la obesidad: perspectiva clínica. *Nutrición Clínica*. 2 (1): 21-24
6. Berling, M., Linden E, Lehtiniemi M, Viitasalo M. 2004. Enzymatic Cross-Linking of a Phenolic Polymer Extracted from the Marine Alga *F. vesiculosus*. *Biomacromolecules*. 5: 2376-2383.
7. Casanova-Leal, R, Macías-Morales N, Chavarría-Arciniega, S. 2004. Análisis de la composición corporal por parámetros antropométricos y bioeléctricos. *An. Pediátrías*. 61(1): 23-31

8. Nieto editores, S.A. de C.V. 2002. Consenso mexicano sobre el tratamiento integral del síndrome metabólico. Revista Medicina interna de México. 18 (1): 12-41 . En línea: <http://remoto.dgb.uanl.mx:2070/ip/inicio>.
9. Diccionario Médico de bolsillo Dorland. 1993. Editorial Interamericana McGraw-Hill. Interamericana de España. 882 pp.
10. Fujimura T., Mc Cort I, Molis M, Wahl M. 2002. Treatment of human skin with an extract of *F. vesiculosus* changes its thickness and mechanical properties. J. Cosmet Science. 53 (1): 1-9
11. García J., Oliva, M. 2002. Plantas medicinales el tratamiento de la obesidad. Fitoterapia. 21(9): 132-144
12. Herrero R., Rovira I., Urati, M. 2006. Interactions of cadmium (II) and protons with dead biomass of marine algae *F. vesiculosus*. Marine Chemistry. 99 (1-4) : 106-116
13. Fanghanel G, Sánchez-RLs, Berber A, Cortinas L. 2001. Factores predictores en la baja de peso con la utilización de sibutramina. Revista de la Endocrinología y Nutrición. 9 (2): 67-72.
14. The Information Center Lifestyle Statistics. Statistics on obesity, lifestyle and diet: England 2006. Disponible en línea. <http://www.ic.nhs.uk/webfiles/publications/opan06/OPAN%20bulletin%20finalv2.pdf>
15. Joyal, SV. 2004. A perspective on the current strategies for the treatment of obesity. Neurological Disorders 2004. 3 (5): 341-56.

16. Hill J, Leibel R, Foster G, Levine J. 2004. Prevalence of obesity. *Annals of Family Medicine*. 1(Anónimo, 1999): 5-10
17. Jena BS., Graves TD., Hess EJ, Hanna MG, Graves JC., Baloh RC. 2002. Chemistry and biochemistry of hydroxycitric acid from *Garcinia*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (1):10-22.
18. Jormalainen V, Kaczmarczyk G, Piniewska D, Opolska-Bogusz B., Sanak M. 2005. Polar extracts of the brown alga *F. vesiculosus* reduce assimilation efficiency but do not deter the herbivorous isopod *Idotea baltica* (Pallas). *Journal of Experimental Marine Biology & Ecology*. 47 (9): 143-157.
19. Kaufer, M., Ávila, R. 2003. Evaluación antropométrica de la obesidad en el adulto. *Cuadernos de Nutrición*. 26 (1): 21-28.
20. Kautsky, L. 2002. Differences in life-history characteristics are consistent with the vertical distribution pattern of *Fucus serratus* and *F. vesiculosus* (fucales, phaeophyceae) in central Baltic Sea. *J. Phycol.* 20 (3): 880-887.
21. Lenz TL. Hamilton WR. 2004. Supplemental products for weight loss Review (26 refs.). *Journal of the American Pharmacists Association*. 44(1): 59-67.
22. Michener, L. 2004. Obesity and departments of family medicine. *Canals of Family Medicine*. 2 (5): 15-18
23. Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998, Para el manejo integral de la obesidad.

24. Pamplona, J., 2002. Enciclopedia de los alimentos y su poder curativo tomo 1. págs. 44 y 134 1ª. Ed. Safeliz, Madrid.
25. Roy S, Jakubkova M, Telopulipova. 2004. Body weight and abdominal fat gene expression profile in response to a novel hydroxycitric acid-based dietary supplement. *Gene Expr.* 11 (6): 251-262
26. Rupérez P, Bach C, Sakito Y. 2002. Potential Antioxidant Capacity of Dulfated Polysaccharides from the Edible Marine Brown Seaweed *F. vesiculosus*. *J. Agric. Food Chem.* 50: 840-855.
27. Saito M., Abe W, Ando T. 2005. High dose of *G. cambogia* is effective in suppressing fat accumulation in male obese rats. *Food and Chemical Toxicology.* 43(3):411-9
28. Saper RB, Beaumont M, Douz D, Breton A. 2004. Common dietary supplements for weight loss. *American Family Physician.* 70(9): 1731-8
29. Shara M., Iwasa V, Izuzu H, Muro I. 2000. A perspective on the current strategies for the treatment of obesity. *JAMA.* 530 (16) : 6-10
30. Skibola E, Murasi H, Shoda P, Nagai R. 2005. Brown Kelp Modulates Endocrine Hormones in Female Sprague-Dawley Rats and in Human Luteinized Granulosa cells. *Journal of Nutrition.* 135 (2): 296-300.
31. Steven B, Capone E, Boucel A. 1998. *G. cambogia* (Hydroxycitric Acid) as a potential Antiobesity Agent. *JAMA.* 280 (18): 15-20.

32. Suárez, S. 2004. A examen. Farmacéutica comunitaria. 18(5): 47-54
33. Truus, K, Marbelys J., Smith U, Owens Y. 2004. Analysis of bioactive ingredients in the brown alga *F. vesiculosus* by capillary electrophoresis and neutron activation analysis. Anal Bioanal Chem. 379: 849-852.
34. Veena, C., Jhonson J, Douglas R, Ford M. 2007. Beneficial role of sulfated polysaccharides from edible seaweed *F. vesiculosus* in experimental hyperoxaluria. Food Chemistry. 100 (4): 1552-1559.
35. Vox New Collage Spanish and English Dictionary.1984. Ed. National Textbook. Illinois, USA.1456 pp.
36. Wright, J.S, Johnson, E.R.; DiLabio, G.A.J.Am. Chem. Soc. 2001, 123, 1173.
37. Wyatt, H. 2003. Profesional care of obesity. Clinics in Office Practice. 30 (3): 12-16
38. Yarnel, E., Alvin B, Baker T, Collins F. 2006. Botanical Medicine for Thyroid Regulation. Alternative & Complementary Therapies.12 (3) : 107-112
39. Zhaoping, L. 2005. Meta-Analysis: Pharmacologic Treatment of Obesity. Annals Intern Medicine. 142 (7):532-546.

RESUMEN CURRICULAR

Ana Alicia Téllez Morgan

Candidato para el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS con Acentuación en Química de Productos Naturales

Tesis: CUANTIFICACIÓN DE LA PÉRDIDA DE MASA GRASA EN MUJERES ADULTAS OBESAS DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN CON EL USO DE ÁCIDO HIDROXICÍTRICO UN DERIVADO DE *Garcinia Cambogia* y *Fucus vesiculosus* Y LA IDENTIFICACIÓN DE SUS METABOLITOS SECUNDARIOS.

Campo de estudio: Papel de productos naturales, específicamente *Garcinia Cambogia* y *Fucus vesiculosus* en el manejo de la obesidad en mujeres adultas

Datos personales: Nacida en Monterrey Nuevo León el 21 de Septiembre de 1976. Hija de Alicia Téllez Morgan

Educación: Egresada de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Salud Pública como Licenciada en Nutrición desde Mayo de 1999.

Experiencia Profesional:

1999-2002: Nutrición Clínica Pediátrica en el Hospital Universitario Dr. Jose Eluterio González (áreas: consulta ambulatoria y hospital)

2002-2002: Profesor por horas de Facultad de Salud Pública y Nutrición

2003-2007: Consulta de Nutrición Clínica y Cosmiátrica Privada

